Funktechnik, Höhenstrahlung, Flüssigkristalle und algebraische Strukturen

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, Martina Schneider

Funktechnik, Höhenstrahlung, Flüssigkristalle und algebraische Strukturen

Zu den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik an der Universität Halle-Wittenberg in der Zeit von 1890 bis 1945

Verlag Harri Deutsch

Die Untersuchung der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik in Deutschland am Beispiel der mitteldeutschen Hochschulen ist ein Projekt im Rahmen des Vorhabens *Geschichte der Naturwissenschaften und Mathematik* der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig.

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 978-3-8171-1842-7

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 Autoren und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

1. Auflage 2009
© Wissenschaftlicher Verlag Harri Deutsch GmbH, Frankfurt am Main, 2009
Druck: fgb – freiburger graphische betriebe <www.fgb.de>
Printed in Germany

Vorwort

Mit dem vorliegenden Band werden die Untersuchungen zu den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik an der Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg, der späteren Martin-Luther-Universität, für die Zeit seit ihrer Gründung im Jahre 1817 bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs abgeschlossen. Die Darstellung behandelt die Entwicklung in dem Zeitraum ab 1890, die durch bedeutende Fortschritte und einen fundamentalen Wandel in den beiden Disziplinen, aber auch durch gravierende Veränderungen in den gesellschaftlichen Systemen geprägt wurde. Für die Hallenser Universität bedeutete es zugleich den endgültigen Abstieg zu einer kleineren bis mittleren Universität. Sie gehörte zu jenen Lehrstätten, die teils erst nach zähem Ringen einen Nischenplatz besetzten und ihre Daseinsberechtigung sicherten. Dieser schwierige Prozess, der mit der Vereinigung der beiden Universitäten Halle und Wittenberg und der Einordnung der neuen Alma mater als preußische Provinzuniversität begann, hat auch in der Entwicklung der beiden hier im Blickpunkt stehenden Disziplinen seine deutlichen Spuren hinterlassen. Die Darlegungen zur Ausgestaltung des Wechselverhältnisses zwischen Mathematik und Physik in dem Zeitraum von 1890 bis 1945 knüpfen an die in der Studie zu dem vorangegangenen Zeitabschnitt 1817 – 1890 erzielten Ergebnisse an[1], sie bilden aber eine unabhängige Abhandlung. Beide Publikationen sind Bestandteil eines umfangreicheren Akademieprojektes der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Mathematik, das die Erforschung der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik in Deutschland im 19. und in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts am Beispiel der Universitäten Mitteldeutschlands zum Ziel hat.[2]

[1] Schlote/Schneider 2009

[2] Neben den Studien zur Universität Halle-Wittenberg wurde die Analyse zur Universität Leipzig abgeschlossen. (Schlote 2004; Schlote 2008)

Im Mittelpunkt der Betrachtungen steht die Entwicklung der Mathematik und Physik im regionalem Kontext der Hallenser Universität. Die Einbettung in einen breiteren kontextuellen Rahmen kann dabei meist, auch mit Blick auf den Umfang des Buches, nur skizziert und mit dem Verweis auf weiterführende Literatur geleistet werden. So konzentrieren sich die biographischen Angaben zu den einzelnen Wissenschaftlern auf die für das Hallenser Geschehen wesentlichen Fakten. Für weitere biographische und insbesondere bibliographische Angaben zu den einzelnen Personen und ihrem Schaffen wird auf *J. C. Poggendorff Biographisch-literarisches Handwörterbuch der exakten Naturwissenschaften* verwiesen, das in den meisten wissenschaftlichen Bibliotheken leicht zugänglich ist. Für den behandelten Zeitraum sind vor allem die Bände 3 bis 7b dieses Handwörterbuchs zutreffend. Zusätzlich seien die im Literaturverzeichnis aufgeführten Standardwerke *Allgemeine Deutsche Biographie*, *Neue Deutsche Biographie* und *Dictionary of scientific biography* genannt. Außerdem erwähnen wir zwei zuverlässige Internetangebote der Universität Halle-Wittenberg, das virtuelle Museum des Instituts für Mathematik unter http://cantor1.mathematik.uni-halle.de/history und den Katalog der Hallenser Professoren des Historischen Büros unter http://www.catalogus-professorum-halensis.de.

Bei der Angabe der archivalischen Belege in den Fußnoten werden die im Quellenverzeichnis angegebenen Abkürzungen der Archive verwendet. Die Literaturbelege im Text sind durch die Angabe des Autorennamens und des Erscheinungsjahres der betreffenden Publikation eindeutig der Angabe im Literaturverzeichnis zugeordnet. In den Fällen, in denen von einem Autor aus einem Jahr mehrere Publikationen zitiert werden, sind diese im Text durch sukzessives Anfügen der ersten Buchstaben des Alphabets an die Jahreszahl gekennzeichnet. Im Literaturverzeichnis ist diese teilweise „erweiterte“ Jahreszahl nach dem/den vollständigen Autorennamen in eckigen Klammern zur raschen Orientierung aufgeführt. Für Publikationen, deren Erscheinen sich über mehrere Jahre erstreckte, z. B. in Lieferungen erscheinende Werke, diente der Beginn des Publikationszeitraums als Einordnungsmarke. Die Abkürzung der Zeitschriftentitel folgt, soweit sie über die Verwendung der im Duden verzeichneten Standardabkürzungen hinausgeht, weitgehend dem Poggendorff'schen Handwörterbuch. In den Zitaten wird die Dopplung von Konsonanten, die gelegentlich durch Überstreichen deut-

lich gemacht wurde, in der heute üblichen Schreibweise wiedergegeben, da dadurch weder Inhalt noch Stil des Zitats verändert werden. Ebenso wurde das in einzelnen Quellen auftretende Trema über dem Buchstaben „y“ nicht wiedergegeben, da dieses von den einzelnen Schreibern sehr unterschiedlich verwendet wurde. Von uns eingefügte Erläuterungen bzw. Ergänzungen in einzelnen Zitaten oder bei Literaturangaben sind durch eckige Klammern [ ] kenntlich gemacht.

Wie bereits bei dem vorangegangenen Band hat Frau Dr. H. Kühn an der inhaltlichen Gestaltung des Buches ganz entscheidend Anteil genommen. Sie erschloss fast das gesamte verwendete Archivmaterial im Universitätsarchiv Halle und im Geheimen Staatsarchiv Preußischer Kulturbesitz Berlin. Durch zahlreiche Hinweise und Korrekturen hat sie die Qualität der Ausarbeitungen wesentlich verbessert. Von ihrem schon früher artikulierten Veto gegen eine Nennung als Mitautorin ließ sie sich jedoch nicht abbringen. Es ist uns daher ein großes Bedürfnis ihren Anteil an der Entstehung dieses Buches zu würdigen und ihr dafür zu danken.

Die umfassende Auswertung und Analyse von Archivmaterialien und Originalliteratur bildet die Basis dieses Buches. Ohne diese Materialien wären unsere Forschungen nicht durchführbar gewesen. Es ist uns deshalb ein großes Bedürfnis all jenen Personen zu danken, die uns bei der Suche nach archivalischen Quellen sowie bei der Bereitstellung der Archivalien und der Literatur unterstützt haben: den Mitarbeitern/innen des Geheimen Staatsarchivs Preußischer Kulturbesitz Berlin, des Bundesarchivs Berlin, des Universitätsarchivs Halle, des Archivs der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina sowie der Hauptbibliothek und der Zweigstellen für Mathematik, Physik und Chemie der Universitätsbibliothek Leipzig, der Bibliothek der Leopoldina Halle und der Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt in Halle. Eine stete Förderung erfuhr die Ausarbeitung als auch die Durchführung des Projektes durch die Kommission für Wissenschaftsgeschichte der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, dafür unser herzlicher Dank. Mehrere Mitglieder der Kommission und zahlreiche Kollegen und Freunde haben uns bei der Lösung vieler Detailfragen unterstützt und mit wertvollen Ratschlägen bis hin zur Durchsicht des gesamten Manuskripts bei der erfolgreichen Bearbeitung des Projektes geholfen. Insbesondere danken wir hierfür sehr herzlich Herrn Prof. Dr. G. Berg,

Herrn Prof. M. Folkerts, Herrn Prof. Dr. Hergert, Herrn Prof. Dr. H. Kaden, Herrn Prof. Dr. O. Neumann, Herrn Prof. Dr. H. Remane, Herrn Dr. K. Richter, Herrn Prof. E. Schmutzer, Herrn Doz. W. Schreier, Herrn Prof. R. Siegmund-Schultze, Herrn Prof. A. Uhlmann und Herrn Prof. H. Wußing. Dem Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie dem Sächsischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst danken wir für die finanzielle Absicherung dieses Forschungsunternehmens.

Doch was wäre die Forschungsarbeit ohne eine geeignete Publikation der Ergebnisse? Durch eine gute Zusammenarbeit bei der Drucklegung des Buches haben uns die Vertreter des Verlages, insbesondere Herr K. Horn, den Weg zur Veröffentlichung sehr erleichtert, herzlichen Dank.

Leipzig, Mai 2009

Martina Schneider,
Karl-Heinz Schlote

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1

2 Historische Eckpunkte der Universitätsentwicklung 7
2.1 Regionale Strukturen: Deutschland – Sachsen-Anhalt – Halle 7
2.2 Einige Veränderungen in der Stellung der Universität . . 12

3 Die Entwicklung des Mathematischen Instituts 25
3.1 Die Schwierigkeiten beim Aufbau der Infrastruktur . . . 26
3.2 Gutzmers Bemühungen zur Stärkung der angewandten Mathematik 42
3.3 Das vergebliche Ringen um die Erweiterung des mathematischen Lehrkörpers 53
3.4 Die relativ stabile Entwicklung und Attraktivität der Mathematik unter Hasse und Brandt 67
3.5 Das Schicksal der Astronomie als Nischenfach 81

4 Der Weg des Physikalischen Instituts in die Moderne 99
4.1 Das Physikalische Institut unter der Leitung von Ernst Dorn 100
4.2 Von der theoretischen zur technischen Physik und die schwierige Suche nach einem Nachfolger für G. Mie . . . 111
4.3 Die Neuorientierung des Physikalischen Instituts 128
4.4 Die Abtrennung des Instituts für Theoretische Physik . . 141
4.5 Zwei physikalische Institute im Widerstreit 149

5 Das Lehrangebot in Mathematik und Physik 163
5.1 Überblick zur Lehre in Mathematik und Astronomie . . 164
5.2 Veranstaltungen zur mathematischen Physik 172
5.3 Zum Lehrangebot der Physik 178
5.4 Veranstaltungen zur theoretischen Physik 185
5.5 Vergleich mit anderen Universitäten 193

6 Die mathematische Forschung 199
6.1 Mengenlehre und Logik 200
6.2 Potentialtheorie und Analysis 208
6.3 Geometrie 219
6.4 Mechanik, Astronomie und angewandte Mathematik . . 223
6.4.1 Dynamische Probleme der Mechanik und Kreiseltheorie 224
6.4.2 Gyldén'sche Störungstheorie 230
6.4.3 Von der Aero- und Hydrodynamik über Optik bis zur Wärmeleitung 232
6.5 Algebra, Zahlentheorie und Topologie 240
6.5.1 Arithmetisierung der algebraischen Geometrie . . 242
6.5.2 Algebraische Zahlentheorie 245
6.5.3 Gruppoid und Arithmetik von Algebren 253

7 Mit stetem Blick auf Experiment und technische Anwendungen – die Forschungen am Physikalischen Institut 257
7.1 Elektrophysik 259
7.2 Hochfrequenzphysik und der rasche Aufschwung der Funktechnik 260
7.3 Physik der freien Atmosphäre 264
7.4 Atomphysik 270
7.4.1 Gasentladungs- und Strahlungsphysik 270
7.4.2 Kosmische Höhenstrahlung 282
7.4.3 Kernphysik 287
7.5 Materialwissenschaft 292
7.5.1 Flüssigkristalle – Dielektrika 293
7.5.2 Werkstoffkunde und Brucherscheinungen 299
7.6 Thermodynamik und Photochemie – zwei singuläre Punkte in den Hallenser Forschungen 306
7.7 Theorie der Materie – Relativitätstheorie 311

8 Hallenser Mathematiker und Physiker und die örtlichen Gelehrten Gesellschaften und Vereine 325
8.1 Naturforschende Gesellschaft zu Halle 325
8.2 Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen 329

8.3 Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina . . . 332
8.4 Fazit 336

9 Das Wechselverhältnis zwischen Mathematik und Physik an der Hallenser Universität im Spiegel der allgemeinen Entwicklung 339
9.1 Neue Aspekte in den Beziehungen zwischen Mathematik und Physik im Allgemeinen 340
9.2 Die Dominanz der Physiker – die spezielle Ausgestaltung des Wechselverhältnisses in Halle 353

Anhang: Verzeichnis der Vorlesungen zur mathematischen und theoretischen Physik (Wintersemester 1890/91 – Sommersemester 1945) 365

Literatur und Quellen 383
Archivalien 383
Literatur 394

Abbildungsverzeichnis 437

Verzeichnis der Diagramme 439

Personenverzeichnis 441

1 Einleitung

> «Der Naturwissenschaftler sieht sich also einem gewissen *Tatsachenkomplex* gegenüber, den er zu ordnen, zu begreifen, zu entwirren sucht, dessen Zusammenhänge er enträtseln möchte.»

> «Das Zaubermittel aber, das dem Geiste des Naturforschers Schwingen verlieh zum Flug auf selbst die steilsten und höchsten Gipfel, ist die *Mathematik*.»

> «Die Anwendung von Mathematik auf Erfahrung hat lediglich den Sinn, daß sie ein ideales *Werkzeug* zum Aufbau eines *rein im Verstande gegründeten Gedankengebäudes* liefert, das bei vernünftiger Anlage in gewissen Teilen als *approximatives Abbild* der Wirklichkeit gelten kann.»[3]

Mit diesen Worten umriss Gustav Doetsch (1892 – 1977) in seiner Antrittsvorlesung an der Universität Halle-Wittenberg am 27. Januar 1922 seinen Standpunkt zu den Anwendungen der Mathematik, zu denen er auch die Physik zählte. Bemerkenswert ist dabei die Klarheit, mit der er zum einen die große Bedeutung der Mathematik für die Anwendungsgebiete, also insbesondere die Physik, zum Ausdruck brachte,[4] und zum anderen die von ihm als Mathematiker vertretene und von vielen Physikern und Naturforschern geteilte Auffassung von der Mathematik als Werkzeug für ihre Arbeit artikulierte. Die Veränderungen dieser Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik an der Universität Halle-Wittenberg in dem für die Entwicklung beider Disziplinen sehr bedeutsamen Zeitraum von 1890 bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs zu verfolgen und zu analysieren, ist der Gegenstand der vorliegenden Abhandlung. Sie schließt unmittelbar an die bereits vorgelegte Darstellung *Von*

[3] Doetsch 1922, S. 223, 222 und 232

[4] Es muss aber betont werden, dass für Doetsch das Wesen der Erfahrungswelt nicht durch Begriffskonstruktionen in einer logischen, mathematischen Theorie erfasst werden kann. Er wandte sich konsequent gegen ein rationalistisches Verständnis von der Welt. Vgl. Abschnitt 6.4.3.

Schweiggers erstem Galvanometer bis zu Cantors Mengenlehre an, in der die entsprechenden Fragestellungen von der Vereinigung der Universitäten Halle und Wittenberg 1817 bis zur Gründung des Mathematischen Seminars und der Einweihung des neuen Physikalischen Instituts im Jahre 1890 untersucht wurden.[5] Der Anfang des Untersuchungszeitraums ist vor allem durch die zwei letztgenannten lokalen Ereignisse determiniert, die wichtige institutionelle Veränderungen der beiden Disziplinen an der Hallenser Universität darstellen. Der Endpunkt des Zeitraums ist durch die mit dem Zusammenbruch der nationalsozialistischen Diktatur und dem Ende des Krieges markierte weltpolitische Zäsur gegeben.

In der mehr als ein halbes Jahrhundert umfassenden Periode haben die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik nicht zuletzt wegen des fulminanten Aufschwungs der beiden Disziplinen selbst eine durchgreifende Veränderung erfahren. Mit der Atomphysik und der daraus resultierenden Quantentheorie stieß die Physik in Bereiche des Mikrokosmos vor, in denen die Beobachtung verschiedener Erscheinungen und Prozesse schwieriger wurde und eine größere technische wie theoretische Vorbereitung erforderte. Die theoretische Durchdringung dieses Forschungsgebietes und dessen mathematische Beschreibung kamen nicht ohne einige Abstraktionen und Idealisierungen aus. Hinzu kamen die von Albert Einstein (1879 – 1955) als Prinziptheorien[6] klassifizierten Spezielle und Allgemeine Relativitätstheorie, die schon aufgrund ihrer logischen Struktur eine engere Korrelation zur Mathematik besaßen. Auf der Seite der Mathematik stand dieser Entwicklung unter anderem die Herausbildung sehr allgemeiner und abstrakter Methoden und Teilgebiete, wie der Funktionalanalysis, der Mengenlehre und der abstrakten Algebra, gegenüber. Schon die Andeutung der Erkenntnisfortschritte liefert wichtige Hinweise auf die Veränderungen hinsichtlich der Basis der Wechselbeziehungen. Zum ersten vergrößerte sich die Zahl der physikalischen Teilgebiete, die einer theoretischen und mathematischen Bearbeitung harrten, zum zweiten erweiterte sich das Spektrum der mathematischen Hilfsmittel, die dafür zur Verfügung standen, die aber zugleich bei der Anpassung an die konkrete physikalische Problematik Impulse zur eigenen Vervollkommnung erhielten, und zum dritten erforderte die experimentelle Tätigkeit eine enge Bindung an die Theo-

[5] Schlote/Schneider 2009

[6] Einstein 2002, S. 206 f.

rie. Werner Heisenberg (1901 – 1976) argumentierte sogar, dass in der aktuellen physikalischen Forschung „von vornherein kein Unterschied gemacht werden [kann] zwischen der experimentellen und theoretischen Physik“.[7]

In den letzten Jahren hat es vermehrt Bestrebungen gegeben, das Voranschreiten von Mathematik und Physik im 20. Jahrhunderts zu erfassen und darzustellen.[8] Speziell für mehrere in der ersten Hälfte des 20. Jahrhundert entstandene Teilgebiete, wie die Quantenmechanik, die Spezielle und Allgemeine Relativitätstheorie, die Funktionalanalysis, die abstrakte Algebra und die Mengenlehre, liegen teilweise umfangreiche Detailrecherchen vor. Die Entstehung der theoretischen Physik bzw. die Gestaltung der und die Veränderungen in den Beziehungen zwischen Mathematik und Physik wurden dabei selten ausführlich thematisiert. Hervorzuheben ist hierzu die umfassende Untersuchung von Ch. Jungnickel und R. McCormmach, die inzwischen zum Standardwerk geworden ist und die die Geschehnisse im 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts bis etwa 1925 verfolgt.[9] Die vorliegende Abhandlung soll als Detailstudie die mögliche Variationsbreite des von Jungnickel und McCormmach herausgearbeiteten allgemeinen Prozesses andeuten, indem sie die durch die regionalen Besonderheiten verursachten Abweichungen analysiert und die Verbindung mit den übergeordneten Merkmalen herstellt. Ferner liefert sie Hinweise für eine Charakterisierung der Wechselbeziehungen bis zur Jahrhundertmitte.

Wie gestaltete sich diese oben skizzierte Entwicklung der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik an der Universität Halle-Wittenberg? Um diese Frage zu beantworten, wurden ebenso wie in der bereits erwähnten Darstellung zum 19. Jahrhundert drei Teilkomplexe untersucht. Zunächst wird die Entwicklung des Lehrkörpers für die beiden Disziplinen betrachtet (Kapitel 3 und 4), wobei Nachbargebiete wie die Astronomie mit berücksichtigt werden. Daran schließen sich Analysen der Vorlesungstätigkeit (Kapitel 5) und der Forschungsaktivitäten (Kapitel 6 und 7) der einzelnen Hochschullehrer an. Zur besseren Einordnung ist den beiden Kapiteln zur Personalent-

[7] Heisenberg 1938, S. 61

[8] Stellvertretend seien [Brown/Pais/Pippard 1995] und [Pier 1994] bzw. [Pier 2000] genannt.

[9] Jungnickel/McCormmach 1986

wicklung an der Hallenser Universität ein kurzer Überblick über den historischen Kontext vorangestellt.

Bei aller Konzentration auf das Geschehen an der Hallenser Universität wird stets die Einbettung in den jeweiligen Kontext angestrebt. So ist auf der institutionellen, administrativen Ebene darauf zu achten, ob und wie weit die Bemühungen der Mathematiker und Physiker sowohl der nationalen und internationalen Wissenschaftsentwicklung Rechnung trugen als auch den Bestrebungen der Preußischen Regierung entsprachen, bzw. wie und in welchem Umfang das Preußische Kultusministerium bei abweichenden Ansichten seine Meinung durchsetzte. Der Vergleich mit der Nachbaruniversität in Leipzig lässt die länderspezifisch unterschiedlichen Rahmenbedingungen mit Halle als preußischer Provinz- und Leipzig als sächsischer Landesuniversität klar hervortreten. Auf diese Weise wird bei den einzelnen Habilitationen und Berufungen bzw. bei den institutionellen Veränderungen das Kräftespiel der persönlichen, universitären und staatlichen Interessen transparent werden.

Die Einschätzung des Vorlesungsangebots zur mathematischen und theoretischen Physik basiert auf der Auswertung der gedruckten Vorlesungsverzeichnisse der Hallenser Universität und dem Vergleich mit den Offerten an anderen Universitäten (Kapitel 5). Die als Anhang beigefügte Zusammenstellung der relevanten Vorlesungen vermittelt einen Überblick über die aus den beiden Teildisziplinen behandelten Themen und lässt Kontinuitäten bzw. Brüche in der Lehre deutlich werden. Außerdem zeigt sich, inwieweit die eingangs skizzierten Veränderungen im Wechselverhältnis zwischen Mathematik und Physik in der Lehre ihren Niederschlag fanden.

Einen besonderen Schwerpunkt bildet die Bewertung der an der Universität Halle-Wittenberg durchgeführten mathematischen und physikalischen Forschungen. Die Publikationen der einzelnen Wissenschaftler geben Auskunft, ob und welche Fragestellungen der mathematischen bzw. theoretischen Physik bearbeitet wurden sowie welchen Anteil sie am Gesamtschaffen des Einzelnen einnahmen. Weiterhin wurde darauf geachtet, welcher Mathematiker oder Physiker sich aktiv um die Gestaltung der Wechselbeziehungen bemühte, eigene Ideen in den Prozess einbrachte und eventuell sogar neue Verbindungen zwischen bisher separaten Gebieten der Mathematik und Physik herstellte. Hin-

weise auf den jeweils aktuellen internationalen Entwicklungsstand sollen dann eine Einschätzung des erreichten Forschungsniveaus ermöglichen. Durch die Rückkopplung mit den Darlegungen zur Personalentwicklung wird erkennbar, wie sich ungünstige Rahmenbedingungen, etwa die vergleichsweise niedrige Dotierung der Stellen oder die zeitweise ungenügende Personalausstattung, auf die Profilierung der Forschung im Allgemeinen und den Aufbau bzw. Abbruch von Traditionslinien im Besonderen auswirkten. Als besonders markant seien die Umorientierung der mathematischen Forschung von einer stärkeren Berücksichtigung der Anwendungen der Mathematik und der mathematischen Physik zu abstrakten algebraisch-zahlentheoretischen Untersuchungen Mitte der 1920er Jahre und die fast durchgängige enge Verbindung der Lehrstuhlinhaber für theoretische Physik mit der experimentellen Praxis bzw. den technischen Anwendungen hervorgehoben.

Die Einbindung der Hallenser Physiker und Mathematiker in einige ortsansässige wissenschaftliche Gesellschaften und Vereine wird im Kapitel 8 behandelt. Eine dieser Institutionen ist die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, so dass diese Betrachtungen insbesondere einige Anhaltspunkte für die Integration der Hallenser Gelehrten in die nationale Wissenschaftlergemeinschaft liefern und nicht auf regionale Aspekte beschränkt bleiben.

Den Abschluss bildet im neunten Kapitel eine zusammenfassende Analyse der untersuchten Wechselbeziehungen. Das bereitgestellte Material liefert die Grundlage, um die Besonderheiten des Einzelfalls Universität Halle-Wittenberg hervorzuheben und mit den allgemeinen Charakteristika der nationalen und internationalen Entwicklung zu verknüpfen. Letzteres macht es auch notwendig, die in der klassischen Überblicksdarstellung von Jungnickel/McCormmach gegebene Analyse zum Verhältnis von theoretischer und mathematischer Physik bis etwa 1925 zu ergänzen.

Gerade das ständige Wechselspiel zwischen Allgemeinem und Besonderem verleiht dem Buch eine besondere Note. Mit der Einordnung der mathematischen und physikalischen Forschungen an einer konkreten Universität in das Panorama der mathematischen und physikalischen Erkenntnisse ist es ein spezieller Beitrag zur Geschichte der Mathematik bzw. Physik und zur Geschichte der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

2 Historische Eckpunkte der Universitätsentwicklung

2.1 Regionale Strukturen: Deutschland – Sachsen-Anhalt – Halle

Bevor der Entwicklung von Mathematik und Physik an der Hallenser Universität in ihren gegenseitigen Wechselbeziehungen für die Zeit von 1890 bis 1945 im Detail nachgegangen werden soll, sei ein kurzer Blick auf die allgemeinen und regionalen Rahmenbedingungen geworfen. Das Bild dieser Periode wird zweifellos durch die beiden Weltkriege und die Zeit der nationalsozialistischen Herrschaft dominiert. Nach einer längeren Stagnationsphase war Ende der 80er Jahre des 19. Jahrhunderts das wirtschaftliche Wachstum wieder in Gang gekommen und mündete Mitte der 90er Jahre für fast zwei Jahrzehnte in eine nur von kurzen Rezessionen unterbrochene Phase des intensiven Wachstums und der Hochkonjunktur ein.[10] Insgesamt hat sich die Produktion in der Wirtschaft von 1895 bis 1913 fast verdoppelt, wobei sie sich z. B. in Industrie und Handwerk etwas mehr als verdoppelte, im Bergbau stieg sie um das Zweieinhalbfache, in der Landwirtschaft dagegen nur um ein Drittel. Durch die Anwendung neuer technischer Verfahren sowie durch den zunehmenden Einsatz von Spezialmaschinen vollzog sich der Übergang zur Fließfertigung, zuerst in den USA, nach dem Krieg auch in Europa. Zugleich begann die Nutzung der Elektroenergie ihren Siegeszug, der in vielen Bereichen eine grundlegende Umgestaltung mit sich brachte, so dass auch von einer elektrotechnischen Revolution gesprochen wurde. Das Kommunikations- und das Transportsystem erfuhren tief greifende Veränderungen und beträchtliche Erweiterungen,

[10] Nipperdey 1991, S. 286

die ihrerseits starke Impulse für die Herausbildung entsprechender spezieller Industriezweige hervorbrachten.

Der Erste Weltkrieg und die im Ergebnis desselben Deutschland auferlegten Reparationszahlungen verursachten eine massive Störung des Wirtschaftsgefüges. Die deutsche Industrie stellte 1919 unter Berücksichtigung des verkleinerten Territoriums nur noch 38 % der 1913 produzierten Gütermenge her, der Anteil an der Weltproduktion sank von 16 auf 8 %. Erst 1927 erreichte die Gesamtproduktion der Industrie wieder den Vorkriegsstand. Der Anteil an der Weltindustrieproduktion stieg in jenen Jahren auf 12 %, ein Wert, der auch wenige Jahre nach der Weltwirtschaftskrise, 1937, erreicht wurde, bevor sich durch Kriegsvorbereitung bzw. Krieg eine deutliche Verzerrung des Bildes einstellte.[11] Insgesamt darf nicht verkannt werden, dass einerseits Deutschland seine frühere Position zwar nicht wieder in alter Stärke erreichte, aber in relativ kurzer Zeit, gegen Ende der 1920er Jahre, in den Kreis der führenden Wirtschaftsnationen in der Welt zurückgekehrt war. Andererseits war die Entwicklung der Weltwirtschaft durch ein bisher nicht gekanntes Maß an Labilität und Krisenanfälligkeit gekennzeichnet. In Deutschland beendete die Weltwirtschaftskrise 1929 – 1932 die kurze Zeit des wirtschaftlichen Aufschwungs und der stabilen innenpolitischen Lage. Es folgte eine mehrjährige Phase des Produktionsrückgangs, der Agrar- und Finanzkrise, in deren Verlauf es zur Zahlungsunfähigkeit Deutschlands und zu einer Bankenkrise kam. Die Massenarbeitslosigkeit stieg auf immer neue Höchststände und bildete eine Ursache für die großen sozialen Spannungen und den starken Zulauf zu radikalen politischen Anschauungen. Die immer mehr eingeschränkte parlamentarische Demokratie wurde schließlich nach der Machtergreifung Hitlers im Jahre 1933 ganz ausgeschaltet.

Mit der nationalsozialistischen Diktatur war eine Unterdrückungs- und Vernichtungsmaschinerie verbunden, die alle nicht genehmen Personen eliminierte, 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

[11] Ein genauer Vergleich der Wirtschaftskraft Deutschlands für die Kriegsjahre ist aufgrund verschiedener, voneinander abweichender Zahlenangaben schwer möglich.

vorangetrieben. Das erzielte Wachstum basierte jedoch vorrangig auf der Nutzung zuvor brachliegender Ressourcen und nicht auf innovativen Neuerungen und Umgestaltungen in der Wirtschaft. Am Ende der Vorkriegszeit stieß die Industrie an ihre vorläufige Kapazitätsgrenze und es zeichneten sich gewisse Fehlentwicklungen im Verhältnis zwischen einzelnen Industriezweigen sowie aufwendige, z. T. uneffektive Produktionsverfahren ab. Trotz des Einsatzes von Gefangenen und Zwangsarbeitern sowie der Ausbeutung der eroberten Rohstoffquellen, führte dies nach Kriegsbeginn zu zunehmenden Schwierigkeiten, den Bedarf an lebens- bzw. kriegswichtigen Gütern zu decken.

Die Region Sachsen-Anhalt, d. h. die preußische Provinz Sachsen und das Fürstentum Anhalt, war in diese Entwicklung fest integriert.[12] Das Wirtschaftsprofil der Region mit neuen, modernen, im Wachsen begriffenen Industrien prägte sich am Ende des 19. Jahrhunderts weiter aus. Neben Maschinenbau, Kaliindustrie und Braunkohlegewinnung entfaltete sich die Chemieindustrie als Großindustrie, die für einige ihrer Verfahren große Mengen Elektroenergie benötigte, wofür sich deren Erzeugung aus Braunkohle anbot. Im Jahre 1915 entstand in Golpa-Zschornewitz bei Bitterfeld das damals größte und modernste Großkraftwerk, dem wenig später weitere folgten. Mit der Errichtung der 1916 als Ammoniakfabrik der Badischen Anilin- & Soda-Fabrik (BASF) gegründeten Leuna-Werke stieß man in eine neue Dimension der Industrieanlagen vor. Ebenfalls in der Kriegszeit etablierte sich mit dem Flugzeugbau von Hugo Junkers (1859 – 1935) ein weiterer neuer Industriezweig, der nicht zuletzt wegen der militärischen Nutzung einen fulminanten Aufschwung nahm, im Nachkriegsdeutschland aber lange unter den Beschränkungen des Versailler Vertrages litt. Die Landwirtschaft der Region zählte zu den modernsten und leistungsfähigsten in Europa und profitierte von den Produkten der aufstrebenden Chemieindustrie. In der Rübensamenzucht beispielsweise

[12] Das Land Sachsen-Anhalt entstand formal erst im Jahre 1947. Es existierte bis 1952 und wurde 1990 neu gegründet. Wenn hier und im Folgenden von der Region Sachsen-Anhalt (bzw. kurz Sachsen-Anhalt) gesprochen wird, so ist das oben beschriebene geographische Gebiet gemeint, das im Untersuchungszeitraum bis zur Ausgliederung der thüringischen Gebietsteile im Jahre 1944 unverändert blieb. Für eine ausführlichere Darstellung sei auf [Römer 1991], S. 35 – 44 und [Tullner 2001] verwiesen sowie für einen schnellen Überblick auf [Schönfelder 2005], S. 72 f.

hatte das Unternehmen in Klein Wanzleben eine Monopolstellung in der Welt erreicht. In Magdeburg bildete sich im Jahre 1900 das Deutsche Zuckersyndikat mit der Zuckerterminbörse, bis 1914 war Rübenzucker einer der wichtigsten deutschen Exportartikel. In den beiden Jahrzehnten vor dem Kriegsbeginn 1914 erfuhren auch zahlreiche Städte der Region eine deutliche Erweiterung, teilweise durch Eingemeindungen umliegender Ortschaften. Mit dem Wachstum der Städte war häufig eine grundlegende Umgestaltung in infrastruktureller, städtebaulicher und stadthygienischer Hinsicht verbunden, wobei die diesbezüglichen Maßnahmen in Halle als beispielhaft galten. Die Einwohnerzahl Halles verdoppelte sich ähnlich wie die Magdeburgs von 1890 bis zum Ende der 1920er Jahre.

Die durch den Aufschwung der Industrie bedingte Konzentration der Arbeiter und die durch die Kriegsmaßnahmen verschärften sozialen Spannungen schufen für die Parteien ein großes Potential für die Gewinnung von Anhängern, bildeten aber auch einen guten Nährboden für die Verbreitung radikaler Ansichten. Speziell im Südteil der Provinz Sachsen um Halle, Merseburg und Eisleben entstand ein starkes Zentrum der USPD und der KPD. Die Novemberrevolution 1918/19 wie die Aktionen gegen den Kapp-Putsch und die Unruhen im Frühjahr 1921 waren hier viel stärker durch militärische Auseinandersetzungen geprägt als in vielen anderen Teilen Deutschlands. Diese starke Polarisierung der politischen Kräfte kennzeichnete auch die Zeit der Weimarer Republik.

Bei der industriellen Entwicklung der Region in jener Zeit ragen besonders der große Zuwachs in der Förderung der Braunkohle sowie deren Nutzung und die Ausdehnung der chemischen Großindustrie u. a. durch ein Kohlehydrierwerk in Leuna zur Benzinerzeugung hervor. Doch auch Kupferschiefer-, Kali- und Steinsalzbergbau sowie Maschinenbau und metallverarbeitende Industrie verbesserten ihre Leistungsfähigkeit. Bereits im Januar 1921 bildete sich der «Wirtschaftsverband Mitteldeutschland», der nach dem Ausscheiden von Sachsen und Braunschweig (beide 1921) die Interessen des breiten Spektrums der in «Bergbau, Industrie, Handel, Handwerk sowie Land- und Forstwirtschaft» engagierten regionalen Unternehmen bündelte und vertrat. Der Verband existierte bis 1935/36.[13] Parallel dazu formierten sich Bestrebungen die «besonders

[13] Berndt 1989a, S. 45. Eine detaillierte Geschichte des Wirtschaftsverbandes bietet [Buchholz 1998].

bizarre territoriale Zersplitterung» des mitteldeutschen Wirtschaftsgebiets durch eine Neugliederung zu überwinden.[14] In den knapp vier Jahrzehnten bis zur Weltwirtschaftskrise vollzog sich «eine tiefgreifende Veränderung in der Wirtschafts- und Sozialstruktur». Sachsen-Anhalt wurde ein «gewichtiges, ein neues Wirtschaftszentrum Deutschlands [...], ein Ballungsgebiet bedeutsamer und exportorientierter Industrien und eines gewaltigen Arbeitskräftepotentials».[15] Die Krise 1929/32 traf das hochindustrialisierte Gebiet besonders hart und führte zu einer außerordentlich hohen Arbeitslosigkeit von über 25 %, die über dem Reichsdurchschnitt lag. Die nachfolgende Machtergreifung der Nationalsozialisten vollzog sich im Raum Halle-Merseburg-Eisleben unter besonders schweren Auseinandersetzungen mit Anhängern der Kommunistischen Partei und ihren Gruppierungen. Dem stand gegenüber, die starke Polarisierung politischer Meinungen dokumentierend, dass das Land Anhalt bereits ab Mai 1932 eine von der NSDAP geführte Regierung besaß. Die Schließung des berühmten Bauhauses in Dessau und die Anfänge des nationalsozialistischen Arbeitsdienstes hatte diese Regierung zu verantworten.[16] Mit der Einführung des Führerprinzips in allen Ebenen des gesellschaftlichen Lebens wurden alle Ansätze und Bestrebungen zur Bildung eines Landes Sachsen-Anhalt abrupt abgebrochen. Das Industriepotential wurde konsequent auf die Befriedigung der Rüstungs- und Autarkiebestrebungen ausgerichtet, was wenige Jahre später viele Orte zum bevorzugten Ziel alliierter Luftangriffe machte. Im engen Zusammenhang mit den wirtschaftlichen Maßnahmen stand die Neugestaltung des Transportwesens, wobei Sachsen-Anhalt u. a. vom Bau der Autobahnen und der Fertigstellung des Mittellandkanals bis zur Elbe profitierte. Während viele Orte und Industrieanlagen Sachsen-Anhalts, wie die Städte Magdeburg, Dessau und Halberstadt, in den letzten Kriegsmonaten durch Luftangriffe fast vollständig zerstört wurden, gelang es, durch das Zusammenwirken verschiedener Widerstandsgruppen, u. a. auch von Vertretern der Universität, dies in Halle zu verhindern.[17]

[14] Tullner/Lübeck 2001, S. 18. Vgl. auch [Berndt 1989b].
[15] Müller 1993, S. 205
[16] Tullner 2001, S. 135
[17] Schellbach 1993, S. 228

2.2 Einige Veränderungen in der Stellung der Universität

Der allmähliche Bedeutungsverlust

Die Hallenser Universität durchlebte in dem mehr als ein halbes Jahrhundert umfassenden Zeitraum bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs eine nicht nur wegen der beiden Kriege wechselvolle und schwierige Geschichte. Ohnehin schon durch einen schweren Stand in der Konkurrenz mit anderen preußischen Universitäten belastet, bildete sie durch den raschen Aufschwung der Industrie in der Region und den Aufstieg Halles zur Großstadt nicht mehr einen zentralen Punkt der städtischen Interessen. Dabei fiel das Erreichen des Großstadtstatus, d. h. das Anwachsen der Einwohnerzahl auf über 100 000[18], mit dem Beginn des hier gewählten Untersuchungszeitraums 1890 – 1945 zusammen. Die Stadt profilierte sich weiter als regionales Zentrum mit dem Sitz zahlreicher Behörden, wie Eisenbahndirektion, Oberpostdirektion, Oberbergamt, Handelskammer, Landwirtschaftskammer usw. Obwohl die Universität nicht im Mittelpunkt der Interessen der aufstrebenden Industriestadt stand, Timm sprach sogar von einer «erstaunlich bescheiden[en]» Rolle der Universität,[19] wurde sie doch vom Wirtschaftsprofil der Region beeinflusst. Neben der Förderung der landwirtschaftlichen Forschung, für die bereits 1862 ein Lehrstuhl und unmittelbar danach ein Institut eingerichtet worden war, ist besonders der Ausbau der Chemie in Lehre und Forschung hervorzuheben. Die Medizinische Fakultät musste insbesondere wichtige Aufgaben bei der medizinischen Versorgung der Bevölkerung erfüllen. Von dem nach der Schaffung des Deutschen Reiches zu verzeichnenden Aufschwung der Universitäten hatte auch die Hallenser Alma mater profitiert, hatte dabei jedoch ihre Position unter den preußischen Universitäten nicht ganz behaupten können. Mit über 1600 Studenten hatte die Studentenzahl 1884/85 und 1889/90 jeweils einen Höhepunkt erreicht, fiel dann wieder bis auf 1300 im Jahre 1895 zurück, um schließlich im Jahr nach der Jahrhundertwende die alten Höchststände zu übertreffen. Damit nahm Halle den vierten Platz unter

[18] Die von Timm und Heckmann angegebene Einwohnerzahl von über 130 000 für 1890 konnte nicht bestätigt werden. Timm/Heckmann 1977, S. 41

[19] Timm 1960, S. 70

den zehn preußischen Universitäten ein, nachdem man in den Jahren um 1890 noch den zweiten Platz nach Berlin, vor Bonn und Breslau belegt hatte. Das 1901 erreichte Niveau konnte bis zum Ausbruch des Ersten Weltkrieges gehalten werden, wobei es sogar gelang, Breslau zeitweise vom dritten Platz zu verdrängen. Diese Einordnung in die Rangfolge der Universitäten war keineswegs belanglos, denn bei der Vielzahl von Universitäten wurde im preußischen Kultusministerium nach der Reichseinigung ernsthaft geprüft, ob es wünschenswert war, all diese Einrichtungen zu erhalten. Dies mündete dann ein in Bemühungen, verschiedene Überschneidungen zu beseitigen und eine gewisse Schwerpunktbildung und Spezialisierung bei den einzelnen Universitäten anzustreben. In Halle war die protestantische Theologie ein solcher Schwerpunkt und die Theologische Fakultät stieg in den 1880er Jahren und am Anfang der 1890er Jahre nochmals zur im Durchschnitt am stärksten frequentierten Fakultät auf. Ab der Mitte des Jahrzehnts musste sie diesen Platz aber endgültig der Philosophischen Fakultät überlassen und wurde auch noch von den Juristen überholt.

In diesen Jahren zeigte sich auch die konservative Haltung des überwiegenden Teils der Hallenser Professoren bzw. Studierenden zur Frage des Frauenstudiums, beispielsweise in den Jahren 1899 und 1902 bei den Protesten der Medizinstudenten gegen die Zulassung weiblicher Studierender, denen einige Professoren den Zutritt zu den Vorlesungen und zu den Kliniken gewährt hatten. Erstmals war 1896 einer Gasthörerin die Zulassung zu Vorlesungen an der Hallenser Universität gewährt worden. Diese ablehnende Haltung zum Frauenstudium war auch nach der Zulassung von Frauen zum Studium an preußischen Universitäten im Jahre 1908 noch spürbar und wirkte sich zweifellos negativ auf die Entwicklung der Studierendenzahlen aus, wobei Halle deutlich hinter den meisten Hochschulen Preußens zurückblieb. Für die Jahre bis 1914 sind jedoch mehrere Studentinnen der Mathematik belegt, insbesondere wurde 1912 Frieda Nugel (1884 – 1966) mit einer mathematikhistorischen Arbeit bei August Gutzmer (1860 – 1924) promoviert. Für die Professoren der Mathematik und Physik in Halle kann demnach eine im Vergleich zu den Medizinern liberalere Einstellung zum Frauenstudium angenommen werden.[20]

[20] Donner 1999; Mitteilung von K. Richter über eigene unpublizierte Recherchen.

Abbildung 2.1
Melanchthonianum Halle, 1900 – 1903 erbautes Auditorien- und Seminargebäude

Der Ausbruch des Ersten Weltkrieges unterbrach abrupt den zwar langsamen, aber relativ beständigen Ausbau der Universität. Wie an den anderen deutschen Hochschulen folgten zahlreiche Hallenser Lehrkräfte und Studenten in der aufgeregten, chauvinistisch aufgeheizten Atmosphäre der allgemeinen Kriegseuphorie und meldeten sich als Kriegsfreiwillige. Für sie war der Krieg Deutschland durch die Politik der Entente-Staaten aufgezwungen worden und nun galt es, «das Vaterland zu verteidigen» und den Feind in die Schranken zu weisen. So hatten im Wintersemester 1914/15 beispielsweise 76,6 % der in Halle

eingeschriebenen Studierenden ihr Studium nicht aufgenommen bzw. nicht fortgesetzt und waren als Soldat oder als Helfer des Roten Kreuzes im Einsatz.[21] Am 30. August 1914 ordnete das Ministerium für geistliche und Unterrichts-Angelegenheiten in Berlin an, dass alle Angehörigen von Staaten, die mit Deutschland im Krieg standen, keine Lehrtätigkeit mehr ausüben durften und zu entlassen seien. Das Scheitern der völlig irrealen «Blitzkriegsstrategie» und die grobe Fehleinschätzung des militärischen Kräfteverhältnisses sowie der internationalen Lage führten mit zunehmender Kriegsdauer vermehrt zu schwerwiegenden wirtschaftlichen Problemen 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. Alle Studentinnen wurden im September 1917 durch das Preußische Kriegsministerium aufgefordert, ihr Studium zu unterbrechen und eine Arbeit in der Rüstungsindustrie aufzunehmen. Insgesamt fielen 608 Studenten durch die Kriegshandlungen, was etwa 22,5 % der im letzten Vorkriegssemester immatrikulierten Studenten entsprach.[22]

Der ständige Kampf gegen die Schließung der Universität

Die nach dem Sturz der Monarchie und den revolutionären Auseinandersetzungen entstandene Weimarer Republik brachte an den Universitäten und Hochschulen nur wenige hervorzuhebende Änderungen. Ein Verlangen nach dieser neuen demokratischen Regierungsform und das Verständnis der damit verbundenen Verantwortung waren unter den deutschen Professoren wie unter dem Großteil der deutschen Bevölkerung kaum ausgeprägt.[23] Die meisten deutschen Professoren standen der Republik ablehnend gegenüber und verharrten in einer konservativen, national-kaisertreuen Haltung, was sie nicht selten offen zum Ausdruck brachten. Erfolgreich verhinderten sie grundlegende Reformen an den Universitäten, etwa hinsichtlich der Berufungsverfahren. Begünstigend wirkte dabei und dies ist zugleich symptomatisch für die allgemeine gesellschaftliche Entwicklung der Weimarer Republik, dass im Hochschulwesen wie im Verwaltungsapparat und vielen anderen Bereichen des Staates keine Zerschlagung der alten Strukturen erfolgte

[21] Die Zahlenangaben weichen in den einzelnen Quellen etwas voneinander ab.
[22] Amtliches Verzeichnis 1920, S. V
[23] Craig 1980, S. 363

und sehr rasch eine Mentalität des Festhaltens an eigenen (deutschen) traditionellen Werten gegenüber dem Streben nach Neuerungen die Oberhand gewann. So äußerte die Hallenser Philosophische Fakultät diesbezüglich:

> «Gegenüber einer auf eine völlige Umgestaltung unserer Universitäten dringenden Kritik glaubt die philosophische Fakultät der Universität Halle-Wittenberg betonen zu müssen, daß sie an dem Grundcharakter unserer Hochschulen nichts Wesentliches geändert haben möchte. Er ist ihnen in der Zeit der höchsten Geistesblüte unseres Volkes gegeben worden und hat sich in der schwersten Not des Vaterlandes bewährt. Es entspricht nur der Größe der in der Verfassung unserer Hochschulen niedergelegten Grundsätze, wenn im Zusammenhang mit den veränderten Zeitverhältnissen Reformen durchgeführt werden, ohne daß deswegen jene Grundlagen aufgegeben werden müßten.»[24]

Die Ordinarien behielten ihre Vormachtstellung in den Fakultäten und die wesentlichsten Veränderungen beschränkten sich darauf, dass die verbesserte rechtliche Stellung der Frauen sich in einer deutlichen Zunahme der weiblichen Studierenden niederschlug und die Allgemeinen Studentenausschüsse (AStA) zur Vertretung studentischer Interessen gebildet wurden.[25] Ein weiterer, nicht durch die politische Entwicklung, sondern durch die Fortschritte in den Wissenschaften bedingter Punkt war die Neustrukturierung der Philosophischen Fakultät, die sich an den einzelnen Universitäten in unterschiedlicher Weise vollzog. An der Universität Halle-Wittenberg fand dies im Rahmen der Diskussionen zur Universitätsreform statt, wobei in den ab Januar 1919 stattfindenden Beratungen zwei Modelle konkurrierten: Nachdem zunächst am 9. Januar 1919 eine Spaltung der Fakultät in zwei selbständige Fakultäten, eine

[24] UAH, Rep. 21, III, Nr. 30, unpaginiert, Schreiben des Dekans: Vorschläge zur Hochschulorganisation

[25] Diskutiert wurden insbesondere die Stellung der Privatdozenten und der Extraordinarien sowie Änderungen auf hochschulpädagogischem Gebiet. UAH, Rep. 21, III, Nr. 9, unpaginiert, Brief des Ministers für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung vom 17. Mai 1919. Die Philosophische Fakultät der Hallenser Universität lehnte wie viele andere die generelle Abschaffung der Extraordinariate im Interesse einer effektiven akademischen Auslese ab, benannte aber nach genauer Überprüfung einzelne Wissenschaftler, deren Professur in ein Ordinariat umgewandelt werden sollte, bzw. Wissenschaftsgebiete, die durch ein Ordinariat repräsentiert werden sollten. GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. V, Bl. 52 – 55

philologisch-historische und eine mathematisch-naturwissenschaftliche, bei einer Stimmenthaltung mit 12 : 11 Stimmen abgelehnt worden war,[26] befürwortete ein halbes Jahr später, im Juli 1919[27] eine knappe Mehrheit der Fakultätsmitglieder (16 : 13 Stimmen) eine Teilung in zwei getrennte Sektionen, die «bei den gewöhnlichen Fakultätsgeschäften getrennt [...] zusammentreten, bei wichtigeren Angelegenheiten dagegen [...] zusammen tagen» sollten[28] – jeweils mit eigenem Dekan und eigenen Statuten.

Beide vorgeschlagene Varianten der Teilung gingen von der Tatsache aus, dass die Fakultät durch die Entwicklung der in ihr vereinigten Wissenschaften eine Größe erreicht hatte, die eine gründliche und sachgemäße Behandlung vieler Fragen erschwerte. Die große Verschiedenheit der Wissensgebiete machte es den einzelnen Fakultätsmitgliedern oft unmöglich, sich ein sachkundiges Urteil von dem jeweiligen Problem zu bilden. Sie mussten sich meist auf das Urteil einer kleinen Kommission verlassen und ihnen verblieb «nur eine rein äusserliche Kontrolle und die formelle Zustimmung». In vielen grundsätzlichen Fragen, «z. B. die Anforderungen an die Vorbildung der Studierenden, die Gestaltung des Rigorosum, die Stellung der Assistenten im Lehrbetrieb u. a. m.»[29], hatten sich deutliche Interessenunterschiede zwischen den Geistes- und den Naturwissenschaften offenbart. Die Kommission, die über die Teilung der Fakultät zu beraten hatte, entschied sich in ihrer Sitzung vom 19. Juli 1919 schließlich doch dafür, «die beiden Teile als Fakultäten mit eigenem Dekan und eigenen Satzungen zu bezeichnen».[30] Die Philosophische Fakultät gab für diesen Entschluss in ihrem Schreiben an das Ministerium vom August 1919, in dem sie die Teilung der Fakultät beantragte, eine ausführliche Begründung und folgerte, dass «eine bloße Arbeitsteilung in Sektionen der weiterbestehenden Gesamtfakultät» nicht genüge, «um die hervorgehobenen schweren Nachteile

[26] UAH, Rep. 21, III, Nr. 30, unpaginiert, Protokoll zur Sitzung vom 9. Januar 1919
[27] UAH, Rep. 21, III, Nr. 30, unpaginiert, Protokoll zur Sitzung vom 3. Juli 1919
[28] UAH, Rep. 21, III, Nr. 5, unpaginiert, Antrag Karsten vom 2. Juli 1919
[29] UAH, Rep. 21, III, Nr. 5, unpaginiert, Schreiben der Philosophischen Fakultät – maschinenschriftl. Fassung vom 6. August 1919
[30] UAH, Rep. 21, III, Nr. 5, unpaginiert, Protokoll der Sitzung der Kommission zur Beratung der Teilung der Fakultät vom 8. August 1919

zu beseitigen».[31] Das dem Antrag beiliegende, dagegen gerichtete Separatvotum einer Minorität sah in der vollständigen Teilung der Fakultät eine weitere Förderung der übertriebenen Spezialisierung bei Studierenden und Dozenten und wollte diesem negativ eingeschätzten Trend in der Lehre mit dem Erhalt der Gesamtfakultät entgegenwirken.[32] Die endgültige Lösung des Problems nahm jedoch noch vier Jahre in Anspruch. Am 15. Mai 1923 beantragte die Philosophische Fakultät erneut die «vollständige Trennung in zwei selbständige Fakultäten unter eigenen Dekanen und mit eigenen Satzungen», wobei die Vertreter der Philosophie (einschließlich Pädagogik) und der Geographie in einer der beiden Fakultäten Mitglied sein, in der anderen aber beratende und beschließende Stimme haben sollten. Über Habilitationen, Beförderungen und Berufungen in diesen Fächern sei von beiden Fakultäten gemeinsam zu beraten und zu beschließen.[33] Die Trennung in die Philosophische und die Naturwissenschaftliche Fakultät erfolgte dann durch den Ministerialerlass vom 12. Juli 1923.[34]

Nach Kriegsende kam es zwar auch in Halle zu einem Ansturm der zurückkehrenden Studierenden, doch rangierte Halle hinsichtlich der Studentenzahlen nur noch auf hinteren Plätzen. Neben Berlin, Bonn sowie Breslau wurden nicht nur die neu hinzugekommenen Universitäten in Frankfurt (Main) und Köln, sondern auch jene in Göttingen, Königsberg, Marburg und Münster wesentlich stärker von der studentischen Jugend frequentiert. Mit Kiel tauschte man von Zeit zu Zeit die Plätze und nur in Greifswald immatrikulierten sich stets weniger Studenten als in Halle. Zwar waren Teile der Hallenser Studentenschaft viel stärker in die inneren Unruhen der Nachkriegsjahre involviert als in anderen Orten, ja die Universität wurde zeitweilig geschlossen, um eine aktive Teilnahme in den Reihen des «Freiwilligen Landjägerkorps» zu ermöglichen, doch kann dies nicht das deutliche Abgleiten der Universität ins Mittelmaß über die gesamte Zeit der

[31] UAH, Rep. 21, III, Nr. 5, unpaginiert, Schreiben der Philosophischen Fakultät – maschinenschriftl. Fassung vom 6. August 1919

[32] UAH, Rep. 21, III, Nr. 5, unpaginiert, Separatvotum zum Schreiben der Philosophischen Fakultät – machinenschriftl. Fassung vom 8. August 1919

[33] UAH, Rep. 21, III, Nr. 5 unpaginiert, Schreiben der Philosophischen Fakultät vom 15. Mai 1923

[34] UAH, Rep. 6, Nr. 927, unpaginiert, Schreiben des Preußischen Ministers für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung vom 12. Juli 1923

Weimarer Republik erklären. Neben den Spannungen zwischen der akademischen Verwaltung und den zuständigen preußischen Ministern wird auch die ungenügende und verspätete institutionelle Anpassung an die aus der mitteldeutschen ökonomischen und sozialen Wirklichkeit resultierenden veränderten Anforderungen genannt.[35] Eine sorgfältige Analyse der Gründe für diesen Niedergang würde jedoch den Rahmen dieser Abhandlung sprengen.

Abbildung 2.2
Max Fleischmann, Ordinarius in der Juristischen Fakultät in Halle 1921 – 1935, Rektor 1925 – 1926

Im Juli 1927 sah sich der Senat schließlich veranlasst, die Stärkung der Universitätsstellung auf die Tagesordnung seiner Sitzung zu setzen. Prorektor Max Fleischmann (1872 – 1943) verdeutlichte die schwindende Bedeutung der Hallenser Universität an Hand des statistischen Materials über die Anzahl der immatrikulierten Studierenden, gemäß dem Halle vom ehemals dritten Platz unter den preußischen Universitäten auf den zehnten Platz zurückgefallen war, und forderte auf, sich dem Absturz entgegenzustemmen.[36] Zur Verbesserung der Situation müsse die Hallenser Alma mater «eine ausgeprägtere Individualität» entwickeln und sich durch «besondere Einrichtungen» gegenüber den anderen preußischen Universitäten auszeichnen. Mehrere deutsche Universitäten

[35] Vgl. Zöllner 1994, S. 84 ff. und Prokoph 1985, S. 10 – 18.

[36] UAH, Rep. 4, Nr. 183, Bl. 12 – 12v. Die Darlegungen Fleischmanns umfassen insgesamt die Blätter 12 – 17.

hätten diese Idee bereits eindrucksvoll umgesetzt, während er für Halle vor allem eine Reihe verpasster Gelegenheiten nennen könne.[37] Als erste Maßnahmen schlug er vor, die Vorzüge Halles als Studienort deutlich zur Geltung zu bringen, die Studienbedingungen zu verbessern und vor allem sich deutlich als «Provinz-Universität», d. h. als Universität der Provinz Sachsen, zu profilieren sowie stärker in die Öffentlichkeit zu treten. Die Senatssitzung und insbesondere Fleischmanns Rede lösten eine rege Diskussion aus, in der u. a. der Physiker Karl Schmidt (1862 – 1946) die angeregte Ergänzung der Ausbildung hinsichtlich der technischen Fächer aufgriff und dies für die technische Physik konkretisierte. Er skizzierte die günstige Situation für den Ausbau des Instituts für technische Physik und verwies auf einige Initiativen in dieser Richtung, doch fehle bisher als wichtige Voraussetzung die Berufung eines technischen Physikers.[38] Die Anregung zum Ausbau der technischen Physik bei gleichzeitiger Stärkung der theoretischen Physik war von der Naturwissenschaftlichen Fakultät ausgegangen und entsprechende Vorschläge waren im März 1927 einem Vertreter des Ministeriums unterbreitet worden.[39] Trotz der verschiedenen Aktivitäten brauchte der Wandlungsprozess seine Zeit.[40] Wie kritisch die Lage war, wird dadurch verdeutlicht, dass zwei Jahre später erstmals die Schließung der Universität von staatlicher Seite drohte.[41] Als ein Mittel, die Existenz der Bildungseinrichtung weiterhin zu sichern, sahen einige Senatsvertreter an, die lange Tradition der Universität, speziell ihres Wittenberger Teils, hervorzuheben. Dies mündete 1932 ein in den Vorschlag, die Universität nach Martin Luther (1483 – 1546) zu benennen. Ein entsprechender Antrag wurde nach der Machtergreifung durch die Nationalsozialisten an das Ministerium geschickt und am 10. November 1933 erfolgte die Umbenennung in Martin-Luther-Universität

[37] UAH, Rep. 4, Nr. 183, Bl. 13 – 14

[38] UAH, Rep. 4, Nr. 183, Bl. 61 – 63

[39] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 216. Vgl. auch Abschn. 4.3.

[40] Bezüglich der Physik vgl. Abschn. 4.3.

[41] UAH, Rep. 4, Nr. 183, Bl. 149. Der Rektor sprach in seiner an den Reichs- und Preußischen Minister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung gerichteten Denkschrift über die Martin-Luther-Universität als Erziehungs- und Ausbildungsstätte vom 24. Dezember 1935 davon, dass die «Universitätsschließung [...] erstmalig im Jahre 1929 angedroht wurde». In den durchgesehenen Akten wurde kein direkter Beleg für die angedrohte Schließung der Universität gefunden.

Halle-Wittenberg.[42] Trotzdem blieb die Auflösung eine nahezu ständige Bedrohung. Bereits im Wintersemester 1931/32 hatten Aktionen des NS-Studentenbundes und der ihm nahestehenden Studentenschaft gegen die Berufung des Pfarrers Günther Dehn (1882 – 1970) zum Professor für praktische Theologie die Existenz der Universität erneut gefährdet. Der Aufruf zum Universitäts-Boykott wie auch Meldungen zur Schließung des Landwirtschaftlichen Instituts stießen jedoch auf einen breiten, auch in der Presse artikulierten Protest.[43]

1935 konstatierte das Reichswissenschaftsministerium den insgesamt schlechten Zustand der Hallenser Universitätsinstitute und den hohen Finanzbedarf, der zu ihrer Modernisierung notwendig war. Als Fazit aus dieser Bestandsanalyse und unter Berücksichtigung der Hochschulsituation im Reich wurde die Auflösung der Universität Halle-Wittenberg zum 1. Oktober 1936 empfohlen.[44] Zur Verteidigung und zur Abwehr der drohenden Schließung verfasste der Rektor, unterstützt von den Leitungsgremien der Universität, eine Denkschrift, die er am 24. Dezember 1935 an den Reichswissenschaftsminister Bernhard Rust (1883 – 1945) schickte.[45] Er schilderte darin die Lage der Universität, zeigte die sehr negativen Auswirkungen auf, die die zögerliche Wiederbesetzung von Lehrstühlen bereits gezeigt hatte, und betonte die Bedeutung der Universität für die Region. Letzteres verstärkte er durch die Analyse der Frage,

> «ob die wissenschaftlichen, politischen und kulturellen Aufgaben, die der Universität Halle aus der Struktur und den besonderen Bedingungen der mitteldeutschen Landschaft erwachsen, etwa von einer Nachbaruniversität übernommen werden und die kul-

[42] In der Universitätssatzung von 1930 war der Hinweis auf die Gründerfürsten der beiden Teiluniversitäten im Namen getilgt worden, jedoch haben sich weder die Universitätsleitung, noch die Fakultäten daran gehalten und den alten Namen weiterbenutzt [Prokoph 1985, S. 6]. Zur Umbenennung in Martin-Luther-Universität vergleiche [Eberle 2002a], S. 49 f.

[43] UAH, Rep. 4, Nr. 183; Bl. 87a-114, Bl. 118 – 123. Der angefeindete Dehn wurde im Herbst 1932 beurlaubt. Zöllner 1994, S. 84

[44] Zöllner 1994, S. 89

[45] Die Martin Luther-Universität Halle-Wittenberg als Erziehungs- und Forschungsstätte und ihre Aufgaben im mitteldeutschen Raum. UAH, Rep. 4, Nr. 183, Bl. 149 – 158. Brief des Rektors, ebenda, Bl. 148

> turellen Beziehungen mit allen Teilen des Hinterlandes ohne Schaden gelöst werden können.»[46]

Einige individuelle Stärken der Hallenser Hochschule und deren Geltung im Ausland hervorhebend, u. a. als «ausgesprochene Abschluß- und Arbeitsuniversität» mit «besonders günstige[n] Ausbildungsverhältnisse[n]», als «Pflegestätte des mitteldeutschen Kulturlebens» sowie als «Bewahrerin der Lehrstühle von Luther und Melanchthon», beantwortete er die obige Frage klar negativ.[47] Zu Gunsten der Universität sprachen schließlich auch «wichtige und schwerwiegende wehrpolitische Gesichtspunkte» und die mögliche Bereitschaft der Stadt Halle zu finanziellen Opfern, mit denen er sein Plädoyer für den Erhalt der Universität abschloss. Durch geschicktes Agieren und die Einbeziehung der regionalen Führungsgrößen, wie des Gauleiters der NSDAP für den Gau Halle-Merseburg, des Oberbürgermeisters, des Landeshauptmanns der Provinz Sachsen, des Kommandeurs der Heeres- und Luftnachrichtenschule und des Landesbischofs, was auch ein gewisses Anbiedern bei den Reichsministern Hermann Göring (1893 – 1946) und Alfred Rosenberg (1893 – 1946), um deren Interesse für die Universität zu gewinnen, nicht ausschloss, konnten die amtierenden Rektoren Emil Woermann (1899 – 1980) bzw. Johannes Weigelt (1890 – 1948) die weitere Existenz der Hochschule sichern. Zwar war Rektor Woermann bereits am 15. Januar 1936 zu der Erklärung ermächtigt, dass eine Schließung der Universität oder von Teilen derselben nicht beabsichtigt sei, doch blieb das Thema im ganzen Jahr aktuell und vor allem Vertreter der Kirche und der Wirtschaft traten für den Erhalt der höchsten Bildungsstätte der Stadt ein. Wie prekär die Situation an der Universität war, veranschaulichte der Bericht des Rektors vom 16. Oktober 1936 an den zuständigen Vertreter im Ministerium. Angesichts 15 unbesetzter Lehrstühle musste er konstatieren, dass «in einigen Gebieten die Voraussetzungen für ein vollwertiges Studium [...] nicht mehr gegeben sind» und bat dringend um die Berufung einiger bewährter Persönlichkeiten.[48]

Mit dem Beginn des Zweiten Weltkriegs verschärfte sich das Problem erneut. Wie die meisten deutschen Universitäten blieb auch Halle zum

[46] UAH, Rep. 4, Nr. 183, Bl. 150

[47] UAH, Rep. 4, Nr. 183, Bl. 152 – 155

[48] UAH, Rep. 4, Nr. 183, unpaginierter Teil, Schreiben des Rektors vom 16. Oktober 1936

Wintersemester 1939/40 zunächst geschlossen. An den verbliebenen dreizehn Universitäten und Hochschulen herrschten daraufhin nahezu chaotische Verhältnisse, da es aufgrund des völlig unterschätzten Ansturms von Studierenden zu einer dramatischen Überschreitung der vorhandenen Kapazitäten kam. Für Halle sollten sich die in den vorangegangenen Jahren geknüpften Verbindungen auszahlen, denn nach einem Protest des Rektors und «auf den besonderen Wunsch» Görings wurde Halle nachträglich in die Liste der Einrichtungen aufgenommen, die als nächste, offiziell am 1. Oktober, den Lehrbetrieb wieder aufnehmen durften.[49] Im Jahr darauf galt es dann die Verlegung der Hallenser Universität nach Posen (Poznan) abzuwenden, bevor infolge der Bombardierungen und der Kriegsereignisse die Zusammenlegung von Universitäten bzw. von einzelnen Fakultäten ein ständiger Diskussionspunkt wurde.

Der fast zwei Jahrzehnte währende, immer wieder aufflackernde Kampf um den Erhalt der Universität hat sowohl das Arbeitsklima an der Universität als auch deren Renommee beeinträchtigt. Die hier im Blickpunkt stehenden Disziplinen der Physik und Mathematik waren jedoch wie auch weitere Naturwissenschaften durch die Einbindung in kriegswichtige Untersuchungen zumindest von den Bestrebungen zur Schließung von Teilbereichen kaum betroffen.

Neben den sich verschlechternden Existenzbedingungen brachte die Machtergreifung der Nationalsozialisten an der Universität die bekannten Repressalien und Verzerrungen des Lehrbetriebs.[50] Von dem berüchtigten «Gesetz zur Wiederherstellung des Berufsbeamtentums» von 1933 und den damit im Zusammenhang stehenden Gesetzen und Verordnungen waren bis 1937 an der Martin-Luther-Universität 16 ordentliche, 9 außerordentliche und 2 Honorarprofessoren sowie 2 persönliche Ordinarien, 2 Privatdozenten und 2 Lektoren betroffen, darunter auch der Mathematiker Reinhold Baer (1902 – 1979). Meh-

[49] UAH, Rep. 4, Nr. 183, unpaginierter Teil, Schnellbrief des Reichsministers für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung vom 14. Oktober 1939; Briefentwurf des Rektors vom 21. September 1939; Brief des Rektors vom 24. Oktober 1939. Nach dem Abschluss des Münchener Abkommens soll bereits die Verlegung der Hallenser Universität nach Eger (Cheb) diskutiert worden sein. Zöllner 1994, S. 89

[50] Eine detaillierte Darstellung des Weges der Hallenser Universität in der Zeit des Nationalsozialismus wurde von H. Eberle vorgelegt [Eberle 2002a].

rere Fachrichtungen verloren ihren international bzw. national führenden Vertreter, ein Verlust, der nicht ausgeglichen werden konnte. Zusammen mit den Unsicherheiten hinsichtlich des Fortbestands der Universität wirkte dies keineswegs anziehend auf die Studierenden. Deren Anzahl ging weiter zurück und erreichte im November 1939 mit 700 Immatrikulationen einen Tiefstand. Danach stieg die Zahl der Studierenden durch die Zulassung von Kriegsteilnehmern und vor allem von Frauen bis zum Wintersemester 1943/44 wieder auf 1694 an.[51] Im Frühjahr 1944 wurde der 250. Jahrestag der Gründung des Hallenser Teils der Universität feierlich begangen und ein Jahr später plante man noch das Sommersemester 1945. Etwa zu diesem Zeitpunkt soll im Wissenschaftsministerium jedoch die Schließung der Universität Halle-Wittenberg angeordnet worden sein.[52] Mit der kampflosen Übergabe der Stadt an die amerikanischen Truppen am 16. April 1945 wurde dies hinfällig. Durch diese mutige Aktion, die das Verdienst mehrerer unterschiedlicher Gruppierungen war, blieben der Stadt und der Universität sinnlose Zerstörungen erspart, so dass beispielsweise die Universität mit verhältnismäßig geringen materiellen Schäden, die sich auf das Klinikgelände und den Verwaltungsbereich beschränkten, einen Neuanfang in Angriff nehmen konnte.[53]

[51] Zöllner 1994, S. 93

[52] Zöllner 1994, S. 94. Man beachte aber eine Aktennotiz des Reichswissenschaftsministers vom 27. Februar 1945 über eine Besprechung zur Weiterführung der Hochschulen, in der festgelegt wurde, dass alle noch arbeitsfähigen Hochschulen im Sommersemester den Unterricht im Rahmen der örtlich gegebenen Möglichkeiten fortsetzen sollen. Die Stilllegungen im Sinne der Planung vom Herbst 1944 wurden nicht vorgenommen. BArch, R 4901, Nr. 13828, Bd. VIII, Bl. 342 f.

[53] Zöllner 1994, S. 94

3 Die Entwicklung des Mathematischen Instituts

Mit der Gründung des Mathematischen Seminars[54] im Jahre 1890 begann ein neuer Entwicklungsabschnitt für die mathematische Forschung und Lehre an der Hallenser Universität. Wie bereits andere naturwissenschaftliche Fächer durch institutsähnliche Einrichtungen repräsentiert wurden, die neben dem «Seminar für Mathematik und die gesammten Naturwissenschaften» entstanden waren, so erhielt nun auch die Mathematik mit dem Seminar eine solche Organisationseinheit und verfügte über eigene Räumlichkeiten. Als Direktoren fungierten die beiden Ordinarien Georg Cantor (1845 – 1918) und Albert Wangerin (1844 – 1933). Sie erarbeiteten auch das am 1. Februar 1892 vom Minister in Kraft gesetzte «*Reglement für das mathematische Seminar der Universität Halle-Wittenberg*». Darin wurden insbesondere der Institutscharakter der Einrichtung, deren Zielsetzung, die Modalitäten der Mitgliedschaft und die Arbeitsweise festgelegt. So sollte das Seminar einerseits die nötige Anleitung beim Studium der Mathematik geben und andererseits die Fortgeschrittenen zu selbständiger Anwendung der erworbenen Kenntnisse führen, sie durch literarische Unterstützung weiter ausbilden und zu eigenen Untersuchungen anregen.[55] Die Arbeit im Seminar vollzog sich in mündlichen bzw. schriftlichen Übungen, in denen bestimmte mathematische Fragen und Probleme behandelt und diskutiert wurden. Die von den einzelnen Abteilungen im Rahmen des «Seminars für Mathematik und die gesammten Naturwissenschaften» erworbe-

[54] Der Begriff «Mathematisches Seminar» wird hier im Sinne eines Instituts verwendet. Diese Bezeichnung wurde in Halle bis 1945 beibehalten, wobei gelegentlich auch vom «Mathematischen Institut» gesprochen wurde. Wenn im Folgenden etwa zur Hervorhebung des institutionellen Charakters vom Mathematischen Institut statt vom Mathematischen Seminar die Rede ist, so blieb die offizielle Bezeichnung als «Mathematisches Seminar» unverändert bestehen.

[55] UAH, Rep. 6, Nr. 1187, unpaginiert, Reglement § 1

nen Bücher, Modelle, Versuchseinrichtungen usw. waren formal den jeweiligen Fachgebieten zugeordnet und in den meisten Fällen bereits dort inventarisiert worden. Für das Mathematische Seminar betraf dies eine Reihe von Büchern und geometrischen Modellen. Vor dem Hintergrund der neuen institutionellen Basis sollen nun die personellen Veränderungen am Mathematischen Seminar näher analysiert werden.[56]

3.1 Die Schwierigkeiten beim Aufbau der Infrastruktur

Neben den Ordinarien Cantor und Wangerin lehrte noch Eduard Wiltheiß (1855 – 1900) am Mathematischen Seminar, der als Extraordinarius aber über kein festes Einkommen verfügte. Nachdem sein geringes Vermögen aufgebraucht war, befand er sich nun in einer prekären finanziellen Situation und bat im März 1890 um ein Gehalt oder eine fortlaufende Remuneration. Schon der Kurator musste bei der Weiterleitung des Gesuchs einschränken, dass ein Gehalt aus den vorhandenen Fonds nicht gezahlt werden könne und befürwortete eine Remuneration, die dann auch gewährt wurde. Ein Jahr später wurde Wiltheiß mit der Vertretung eines vakanten Ordinariats an der Königlichen Akademie zu Münster im Sommersemester 1891 beauftragt.[57] Obwohl ihm Oberregierungsrat Friedrich Althoff (1839 – 1908) bei einem Gespräch im Ministerium eine fortlaufende Remuneration in Aussicht gestellt hatte, wurde der entsprechende Antrag des Kurators im Dezember 1891 negativ entschieden.[58] Im Juni des folgenden Jahres musste sich Wiltheiß einer schweren Operation zur Entfernung einer Gehirngeschwulst unterziehen, in deren Ergebnis ein erheblicher körperlicher und geistiger Schaden eintrat, der sich als nicht heilbar erwies und eine Rückkehr an die Universität unmöglich machte. Wiltheiß verbrachte die folgenden Jahre in der Psychiatrischen und Nervenklinik in Halle und verstarb dort am 7. Juli 1900.

[56] Eine Übersicht über die im Untersuchungszeitraum in der Lehre von Mathematik und Physik tätigen Dozenten befindet sich am Ende des Buches.
[57] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XVII, Bl. 159
[58] UAH, PA 17096, Bl. 16 – 17

Eines der ersten Probleme, mit dem sich die Mathematiker noch vor der Gründung ihres Instituts konfrontiert sahen, war die Vertretung der Astronomie an der Hallenser Universität. Nachdem Wangerin bereits in den vorangegangenen Jahren eine Vorlesung über sphärische Trigonometrie und mathematische Geographie gehalten hatte, musste nach dem Tod von August Rosenberger (1800 – 1890) im Januar 1890 grundsätzlich über die Gestaltung des astronomischen Unterrichts entschieden werden. (Vgl. Abschnitt 3.5) Erschwerend kam hinzu, dass Rosenbergers Professur als künftig wegfallend gekennzeichnet worden war und somit neu eingerichtet werden musste. Da entsprechende Anträge im Finanzministerium abgelehnt wurden, beauftragte schließlich der Minister im Dezember 1891 Wangerin, die Leitung der Sternwarte zu übernehmen und mindestens alle zwei Jahre eine einführende Vorlesung in die Astronomie anzukündigen.

Abbildung 3.1
Paul Stäckel, Privatdozent für Mathematik in Halle 1891 – 1895

Wangerins Engagement für die Astronomie schränkte natürlich dessen mathematische Vorlesungsaktivitäten rein quantitativ etwas ein. Doch erhielten die Mathematiker im Februar 1891 eine wertvolle Unterstützung durch Paul Stäckel (1862 – 1919), der sich in Halle mit einer Arbeit über die Integration der Jacobi-Hamilton'schen Differentialgleichungen

habilitierte. Wangerin lobte die Abhandlung als eine von tüchtigen mathematischen Kenntnissen und Scharfsinn zeugende Untersuchung. Stäckel hatte in Berlin studiert und war dort 1885 promoviert worden. Nachdem ihm der Kurator am 22. Januar die Genehmigung zur Habilitation erteilt hatte, bat er den Dekan um eine Beschleunigung des Verfahrens, da er schon im Sommersemester zwei Vorlesungen, u. a. über Minimalflächen, halten wollte. Dem wurde entsprochen und schon am 7. März 1891 hielt er seine Antrittsvorlesung über Methoden zur Begründung der Theorie elliptischer Funktionen. Im November 1892 schlugen Cantor und Wangerin vor, den seit 1885 als Privatdozent lehrenden Hermann Wiener (1857 – 1939) zum Extraordinarius zu ernennen, da Wiltheiß wegen seiner unheilbaren Erkrankung die Vorlesungen nicht wieder aufnehmen werde. Der Vorschlag wurde auf der Fakultätssitzung am 17. November einstimmig angenommen[59] und der entsprechende Antrag von Wangerin ausgearbeitet. In dem Antrag wurden Wieners Forschungsleistungen auf geometrischem Gebiet sowie die Einführung der Vorlesungen zur darstellenden Geometrie nebst Übungen in den Lehrbetrieb betont. Diese Vorlesungen, die meist nur an Technischen Hochschulen angeboten würden, fänden regen Zuspruch. Bereits mehrfach sei er bei der Besetzung von Professuren an Technischen Hochschulen unter den Kandidaten genannt worden. Wenn auch eine Position an einer Technischen Hochschule seinen Neigungen und Forschungen am besten entsprechen würde, habe er sich als Universitätslehrer sehr gut bewährt.[60] Etwa ein halbes Jahr später, im Juni 1893, erneuerte die Fakultät ihren Antrag, hob diesmal nur stärker den inzwischen zur Gewissheit gewordenen dauerhaften Ausfall von Wiltheiß und die damit notwendige Ergänzung des Lehrkörpers hervor.[61] Der Minister teilte dem Kurator am 24. Februar 1894 die Ablehnung dieser Gesuche mit.[62] Ende Juni 1894 reichte die Philosophische Fakultät erneut einen Antrag ein, der diesmal offensichtlich im engen Zusammenhang mit einer ministeriellen Anfrage bezüglich der Verleihung eines besoldeten Extraordinariats an den erkrankten Wiltheiß stand. Der Kurator hatte

[59] UAH, Rep. 21, III, Nr. 24, unpaginiert, Protokoll der Fakultätssitzung vom 17. November 1892, Pkt. 2.
[60] UAH, Rep. 21, III, Nr. 69, Bl. 36
[61] UAH, Rep. 21, III, Nr. 69, Bl. 40 – 41
[62] UAH, Rep. 21, III, Nr. 69, Bl. 55

sich dagegen ausgesprochen, da Wiltheiß aufgrund seiner Krankheit für diese Würdigung seiner früheren Tätigkeit keine Empfindung habe, das Geld nur dessen kleines Vermögen vermehren und seinen ganz entfernten Verwandten zu Gute kommen würde.

Der Minister teilte dem Kurator am 24. April mit, dass er daher von der Beförderung absehe und fuhr dann fort: «Andererseits empfiehlt es sich aber auch nicht, dasselbe [das besoldete Extraordinariat] noch weiter für Mathematik zu verwenden, da für diese Wissenschaft bereits durch die zwei vorhandenen Ordinariate ausgiebig gesorgt ist. Ich bin daher nicht abgeneigt, mittelst desselben für andere, namentlich verwandte Fächer, für welche ein unzweifelhaftes Lehrbedürfnis und eine Lücke im Lehrkörper besteht, Sorge zu tragen.»[63] Die Fakultät wurde aufgefordert, entsprechende Vorschläge zu unterbreiten. In ihrem Schreiben vom 30. Juni 1894 reklamierte die Philosophische Fakultät das vakante planmäßige Extraordinariat für das Fach Mathematik, dem die Professur ursprünglich bestimmt war, und verwies darauf, dass bei der Einrichtung dieser Professur die Mathematik sogar durch zwei ordentliche und zeitweise durch zwei außerordentliche Professuren repräsentiert wurde. An der damals gegebenen Begründung habe sich nichts geändert, wobei nochmals auf die Spezifik der zahlreichen jährlich bzw. aller zwei Jahre anzubietenden Hauptvorlesungen eingegangen wurde. Dieses Vorlesungsprogramm könne nicht von den beiden Ordinarien allein bewältigt werden. Bisher konnte dieses Manko durch die Aktivitäten der Privatdozenten ausgeglichen werden. Die Fakultätsmitglieder sahen jedoch den «Zustand [...], daß ein vorhandenes Bedürfniß für seine Deckung auf die Kräfte von Privatdozenten dauernd angewiesen ist, [...] nicht als einen normalen und wünschenswerthen» an.[64] Als Kandidaten schlug die Fakultät erneut Wiener vor, um dessen Beförderung bereits zweimal vergeblich nachgesucht worden war. Wiener habe in der Zwischenzeit nicht nur seine anregende Lehrtätigkeit fortgesetzt, sondern auch weitere interessante Forschungsergebnisse publiziert und mit seinen Flächenmodellen große Anerkennung auf der Weltausstellung in Chicago gefunden. Die Erfolgsaussichten dieses Antrags waren jedoch nicht groß, denn Kurator Wilhelm Schrader (1817 – 1907) bestätigte zwar die Argumente der Fakultät, wobei durch den Hinweis auf Cantors

[63] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XVIII, Bl. 257 – 257v
[64] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XVIII, Bl. 290 – 290v

Erkrankung die Dringlichkeit einer Unterstützung der Ordinarien noch erhöht wurde, doch rückte er die Absicherung der physikalischen Vorlesungen in den Vordergrund, da noch unklar war, ob und in welchem Umfang sich der wieder genesene Hermann Knoblauch (1820 – 1895) am Lehrbetrieb beteiligen konnte. Für Wiener sah er, die Darlegungen aus einem früheren Gutachten aufgreifend, in einer Berufung an ein Polytechnikum eine seinen Neigungen entsprechende Beförderung.[65] Im Ministerium vermerkte Althoff am Rand nur die beabsichtigte Berufung Wieners zum Ordinarius am Polytechnikum in Darmstadt zum 1. Oktober 1894. Angesichts dieser Situation verwundert es nicht, dass keine weiteren Bemühungen der Hallenser Mathematiker belegt sind, Wiener in Halle zu halten.

Als bis zum Jahresende das vakante Extraordinariat noch unbesetzt war, unternahmen die Mathematiker einen neuen Versuch.[66] Mit Bezug auf die frühere Begründung und ergänzt durch Hinweise auf die aktuelle Vorlesungsplanung wurde die Notwendigkeit einer weiteren mathematischen Professur betont. Im kommenden Sommersemester 1895 musste zum Beispiel die Grundvorlesung über Differentialgleichungen von einem Privatdozenten gehalten werden. Als Kandidat für das Extraordinariat wurde Stäckel vorgeschlagen, der besonders geeignet wäre, die bestehenden Lücken im Lehrplan zu schließen, und sich «durch eine große Reihe von gediegenen und scharfsinnigen Abhandlungen» bekannt gemacht habe.[67] Diesmal zollte der Kurator dem Antrag seine uneingeschränkte Unterstützung und gab der durch die Berufung erzielten festeren Bindung Stäckels an die Universität den Vorzug vor der Möglichkeit, dessen Leistungen anderweitig anzuerkennen.[68] Im Ministerium wurde das Bedürfnis nach einer weiteren Mathematikprofessur anerkannt, die Besetzung aber nach eigenen Gesichtspunkten vorgenommen. Am 27. August 1895 wurde der Privatdozent Professor Victor Eberhard (1861 – 1927) von der Universität Königsberg auf das planmäßige Extraordinariat an der Universität Halle-Wittenberg berufen mit der Verpflichtung, «die mathematischen Disciplinen in Ergänzung

[65] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XVIII, Bl. 287 – 288
[66] UAH, Rep. 21, III, Nr. 69, Bl. 60 – 66
[67] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XIX, Bl. 77 – 78
[68] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XIX, Bl. 75 – 76

der Lehrtätigkeit der [...] Ordinarien zu vertreten.»[69] Eberhard war 1885 an der Universität Breslau promoviert worden und habilitierte sich nach weiteren Studien bei Leopold Kronecker (1823 – 1891) und Karl Weierstraß (1815 – 1897) 1888 in Königsberg. Er war seit seinem zwölften Lebensjahr blind. Trotz dieser Behinderung hatte er sich als akademischer Lehrer sowie mit mehreren vorwiegend geometrischen Arbeiten allgemeine Anerkennung erworben. Aufgrund seiner Blindheit konnte er seine Darlegungen in den Vorlesungen nicht durch anschauliche Hilfsmittel, wie Zeichnungen, Modelle etc., ergänzen. Nach der Meinung des Ministers ließ sich dieses Defizit an der Hallenser Universität mit zwei weiteren Ordinarien besser ausgleichen als in Königsberg mit einer geringeren Anzahl mathematischer Dozenten. Der Minister berief deshalb Stäckel als Extraordinarius nach Königsberg und Eberhard nach Halle. Er erwirkte dafür sogar vom König eine Ausnahmegenehmigung, denn nach den Hallenser Universitätsstatuten hätte Eberhard als Katholik nicht in Halle lehren dürfen.[70] Es muss aber vermerkt werden, dass im Vorfeld der Berufung seitens des Ministeriums sowohl die Zustimmung von Eberhard als auch von Wangerin eingeholt wurde. Wangerin würdigte die wissenschaftlichen Leistungen von Eberhard, bekannte aber ganz klar, dass wegen der vorliegenden Behinderung und der zur Verfügung stehenden anderen Kandidaten die Fakultät, wie jede andere Fakultät, einen anderen Kandidaten vorziehen würde. Er persönlich habe nichts gegen eine Berufung Eberhards und es liege auch mehr im Interesse der Fakultät «wenn die Stelle Eberhard übertragen, als wenn dieselbe ganz der Mathematik entzogen würde».[71] Wangerin stellte somit die Rückgewinnung der Stelle für die Mathematik über die unsichere Berufung eines leistungsfähigeren Dozenten. Wie realistisch der drohende Verlust der Stelle für die Mathematiker zu diesem Zeitpunkt war, lässt sich schwer abschätzen. Die bereits erwähnten Äußerungen des Ministers bzw. des Kurators hinsichtlich der Verwendung der Professur für die Physik oder ein anderes der Mathematik nahestehendes Gebiet waren aber deutliche Anzeichen für die drohende Gefahr. Der ganze Berufungsvorgang war ein typisches Beispiel für den

[69] UAH, PA 5616, Bd. 1, Bl. 1 – 2. Professor ist hier keine Stellenbezeichnung, sondern ein Prädikat, das Eberhard am 7. Januar 1894 verliehen worden war.

[70] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XIX, Bl. 87 – 90

[71] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XIX, Bl. 97v-98

zentralen Leitungsstil in der preußischen Hochschulpolitik, der gerade in den Jahrzehnten um die Jahrhundertwende als das berühmt-berüchtigte «System Althoff» eine besondere Ausprägung und Vervollkommnung erfuhr.[72]

Bereits im Februar 1896 musste Eberhard mit der Unterstützung des Kurators um eine Gehaltserhöhung oder einen regelmäßigen Zuschuss bitten, da er die wegen seiner Blindheit notwendigen Ausgaben für Begleitpersonen, Vorleser etc. nicht von seinem Gehalt bestreiten könne. Mit großer Regelmäßigkeit erhielt er jährlich eine außerordentliche Remuneration, 1899 außerdem eine Gehaltszulage aufgrund des Dienstalters.[73] Fast gleichzeitig mit Eberhard beantragte Cantor einen Reisekostenzuschuss für eine Reise nach Frankreich und Italien sowie die Beurlaubung im Sommersemester 1896. Er wollte an der Übersetzung seiner in den *Mathematischen Annalen* erschienenen Arbeit mitwirken und außerdem die für den Herbst 1897 geplante Gründung einer Internationalen Mathematikervereinigung befördern. Der Kurator unterstützte den Antrag, auch um eine Verstimmung Cantors wegen der «Ordensverleihung an den jüngeren, aber tüchtigeren Wangerin» zu vermeiden, hatte aber Zweifel am wissenschaftlichen Ertrag der Reise, insbesondere wegen der periodisch wiederkehrenden Krankheitsanfälle Cantors. Er hielt einen um ein Drittel gekürzten Zuschuss für ausreichend und äußerte sich kritisch zu Cantors internationalem Renommee sowie zu dessen Beschäftigung mit der Shakespeare-Bacon-Theorie.[74] Mit dem Zweifel an Cantors Renommee folgte Schrader der damals vorherrschenden Meinung unter den Mathematikern, die der Mengenlehre meist skeptisch bis ablehnend gegenüberstanden. Er verkannte jedoch wie viele Zeitgenossen völlig Cantors Anteil bei der Schaffung einer nationalen Mathematikervereinigung und der Organisation der internationalen Zusammenarbeit.[75] Die Einschätzung zur Shakespeare-Bacon-Theorie war korrekt.

[72] Zu Friedrich Althoff und die preußische Hochschulpolitik vgl. [Brocke 1980].

[73] UAH, PA 5616, Bd. 1, Bl. 5 – 20

[74] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XIX, Bl. 150 – 152

[75] Zu Cantors Aktivitäten vgl. [Purkert/ Ilgauds 1987], S. 120 – 128, zu Cantors Rolle bei der Gründung der Deutschen Mathematiker-Vereinigung und den ersten Jahren ihres Bestehens vgl. auch [Hashagen 2003], Kap. 20.

Wenige Monate nach der Berufung von Eberhard erfuhr der Lehrkörper des Mathematischen Instituts eine weitere Verstärkung. Im November 1895 bat August Gutzmer den Kurator um die Zulassung zur Habilitation,[76] die dieser gewährte. Gutzmer hatte in Berlin bei Kronecker, Weierstraß und Lazarus Fuchs (1833 – 1902) studiert, war dann aber im Januar 1893 in Halle bei Wangerin mit einer Arbeit über partielle Differentialgleichungen höherer Ordnung promoviert worden. Auch seine Habilitationsschrift war der Theorie der Differentialgleichungen gewidmet und behandelte Probleme der adjungierten Differentialgleichungen. Wangerin charakterisierte den Kandidaten in seinem Gutachten als kenntnisreichen scharfsinnigen Mathematiker, mit dem die Universität hoffen könne, einen tüchtigen akademischen Lehrer zu gewinnen, der sich speziell im Unterricht der höheren Mathematik bereits bewährt habe.[77] Er plädierte auch dafür, Gutzmer die Habilitation zu ermöglichen, obwohl er nur ein Realgymnasium besucht hatte, was die Fakultät bisher als nicht ausreichend angesehen hatte. Cantor und Benno Erdmann (1851 – 1921) schlossen sich als weitere Gutachter dem Urteil Wangerins an. Diese drei gehörten zusammen mit Ernst Dorn (1840 – 1916) auch zu der vom Dekan gebildeten Kommission, die am 21. Februar 1896 über die Zulassung Gutzmers zur Habilitation beriet und der Philosophischen Fakultät auf der Basis der fachlichen Gutachten einstimmig die Zulassung empfahl. Die Kommission teilte die Meinung der Fakultät, an dem Abiturientenzeugnis eines Gymnasiums als Voraussetzung für die Habilitation festzuhalten. Im Einzelfall, wenn besondere Gründe vorlägen, könne davon abgewichen werden, genau dies sei hier der Fall.[78] Die Fakultätsmitglieder folgten der Empfehlung und das Verfahren wurde im April erfolgreich abgeschlossen. Gutzmer hat die in ihn gesetzten Erwartungen hinsichtlich der Belebung des mathematischen Unterrichts voll erfüllt. Im Frühjahr 1899 nahm er jedoch einen Ruf als außerordentlicher Professor an die Universität Jena an, wobei die Akten keinen Hinweis lieferten, dass überhaupt ein Versuch gemacht wurde, ihn dem Hallenser Mathematischen Seminar

[76] UAH, PA 7081, Bd. 1, Bl. 1

[77] UAH, Rep. 21, III, Nr. 143, unpaginiert, 4. Gutzmer, Gutachten Wangerins vom 15. Februar 1896

[78] UAH, Rep. 21, III, Nr. 143, unpaginiert, 4. Gutzmer, Protokoll der Kommissionsberatung am 21. Februar 1896

zu erhalten. Möglicherweise war er auch enttäuscht darüber, dass seine Bereitschaft, an der Ergänzung der Vorlesungen hinsichtlich der angewandten Mathematik aktiv mitzuwirken, zwar mit einem (besoldeten) Lehrauftrag, aber nicht mit einer Berufung gewürdigt werden sollte.

Den Ausbau der angewandten Mathematik hatte die Fakultät im Dezember 1898 in Angriff genommen. In diesem Jahr war auf Anregung des Göttinger Nationalökonomen und Statistikers Wilhelm Lexis (1837 – 1914) die angewandte Mathematik als Prüfungsfach in die neue Prüfungsordnung für das Lehramt an höheren Schulen aufgenommen worden.[79] Dies war eine Reaktion auf die lange Zeit im 19. Jahrhundert dominierende Auffassung der Mathematik als «reine» Wissenschaft, die speziell unter den Ingenieuren, Technikern und anderen Vertretern der Praxis zunehmend auf Ablehnung gestoßen war und eine antimathematische Bewegung hervorgebracht hatte.[80] Die Göttinger Universität hatte durch das Wirken von Felix Klein (1849 – 1925) und seine zur Industrie geknüpften Beziehungen eine Vorreiterrolle übernommen. Angeregt durch eine Eingabe der Studenten, beriet nun die Hallenser Philosophische Fakultät darüber, wie die angewandte Mathematik stärker berücksichtigt und der neuen Prüfungsordnung Genüge getan werden konnte. Im Ergebnis der Beratung entschieden sich die Mitglieder für eine abwartende Haltung, indem noch nicht die Einrichtung einer Professur für angewandte Mathematik beantragt wurde, sondern mit den vorhandenen Lehrkräften «dasjenige, was als unumgänglich nothwendig erscheint», umgesetzt werden sollte.[81] Um das Lehrprogramm in seinen Hauptsäulen abzusichern, beantragte die Fakultät zwei zusätzliche Lehraufträge, einen für technische Mechanik, einschließlich graphischer Statik und niedere Geodäsie, und einen für darstellende Geometrie. Für den ersten war der Extraordinarius für landwirtschaftliche Maschinenkunde Hans Lorenz (1865 – 1940), für den zweiten Gutzmer vorgesehen. Für die Vorlesungen zur darstellenden Geometrie, die bereits an vielen Universitäten außerhalb Preußens sowie

[79] Nachdem Lexis 1891 in Straßburg mit dem späteren Ministerialdirektor Althoff bekannt geworden war, wurde er als «auswärtiger Hilfsarbeiter» des Kultusministeriums berufen und hat an der Gestaltung des Bildungssystems mitgewirkt [Koch 1985].

[80] Zur antimathematischen Bewegung vgl. [Hensel/Ihmig/Otte 1989].

[81] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XX, Bl. 70v

in Göttingen eingeführt worden waren, müssten dann auch Räumlichkeiten für die zugehörigen Zeichenübungen geschaffen werden.[82] Kurator Schrader unterstützte den Antrag, hob neben dem durch die neue Prüfungsordnung entstehenden Zwang das rein wissenschaftliche Interesse an dieser Ergänzung des Vorlesungsspektrums hervor und wies auf die nötige Besoldung der Lehraufträge hin. Die Beschaffung eines geeigneten Raumes für den Zeichenunterricht sah er unproblematisch. Der Lehrauftrag für Gutzmer ist dann nicht mehr realisiert worden, während jener für Lorenz relativ unbestimmt für Vorlesungen und Übungen aus dem Bereich der angewandten Mathematik formuliert wurde.

Unmittelbar nach Gutzmers Wechsel nach Jena beantragten im April 1899 Hermann Ernst Graßmann (1857 – 1922) und Ernst R. Neumann (1875 – 1955) die Habilitation. Graßmann hatte in Leipzig und Halle studiert, 1880 die Lehramtsprüfung abgelegt und war dann im Schuldienst tätig gewesen. Wie in seiner Dissertation widmete er sich auch in der Habilitationsschrift der Anwendung der von seinem Vater Hermann Günther Graßmann (1809 – 1877) geschaffenen Ausdehnungslehre. Die Arbeit war Bestandteil eines größeren Werkes, das die Darlegung der projektiven Geometrie mit Hilfe der sogenannten Punktrechnung zum Gegenstand hatte, und enthielt nach dem Urteil von Cantor keine neuen Resultate. Trotzdem erkannte er dies als wissenschaftliche Leistung an und befürwortete die Habilitation. Ähnlich äußerte sich Wangerin als zweiter Gutachter.[83] Neumann war 1898 in Leipzig, wo er den letzten Teil seines Studiums, u. a. bei seinem Onkel Carl Neumann (1832 – 1925), absolvierte, promoviert worden und arbeitete ab Oktober 1898 als Assistent bei Dorn am Physikalischen Institut in Halle. Er strebte die Habilitation für Mathematik und mathematische Physik an und legte dazu drei Arbeiten vor, deren letzte über die Anwendung eines Reduktionsverfahrens auf elektrostatische Probleme er als Habilitationsschrift drucken lassen wollte. Wangerin lobte in seinem Gutachten die sehr tüchtigen Kenntnisse Neumanns, die sich nicht nur auf die Potentialtheorie, sondern auch auf die Analysis, die Funktionentheorie und die Geometrie erstreckten, und die Fähigkeit zum selbständigen

[82] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XX, Bl. 70 – 71

[83] UAH, Rep. 21, III, Nr. 143, unpaginiert, 17. Graßmann, Gutachten von Cantor vom 2. Juli 1899 und von Wangerin vom 4. Juli 1899

Abbildung 3.2
Hermann Ernst Graßmann, Privatdozent für Mathematik in Halle 1899 – 1903, Extraordinarius 1903 – 1904

wissenschaftlichen Arbeiten. Das Urteil der Leipziger Philosophischen Fakultät über eine der eingereichten Arbeiten dehnte er auf alle drei eingereichten Abhandlungen aus und konstatierte, dass durch sie «auch neue wissenschaftliche Perspectiven» eröffnet würden.[84] Cantor und Dorn schlossen sich als weitere Gutachter der Einschätzung Wangerins an und befürworteten ebenfalls die Habilitation. Das Verfahren wurde im August 1899 erfolgreich abgeschlossen und Neumann lehrte als Privatdozent ab dem folgenden Wintersemester.[85] Bereits zwei Jahre später wechselte er jedoch auf ein Extraordinariat für mathematische Physik an der Universität Breslau. Wiederum enthalten die Akten keinen Hinweis auf Bemühungen, Neumanns Weggang zu verhindern. Wenn

[84] UAH, Rep. 21, III, Nr. 143, unpaginiert, 18. Neumann, Referat über die Arbeiten des Herrn Dr. E. Neumann von Wangerin vom 7. Juni 1899, S. 3. Eine der von Neumann dem Gesuch beigelegten Arbeiten war von der Leipziger Philosophischen Fakultät als Preisschrift gewürdigt worden.

[85] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. VIII, unpaginiert, Brief des Kurators vom 11. November 1899 mit beiliegendem Lebenslauf von Ernst R. Neumann

auch die Tätigkeit am Physikalischen Institut durch die damalige Stellensituation bedingt war, so demonstrierte Neumann dadurch doch, wie eng er die Verbindung zwischen den beiden Disziplinen sah. Zusammen mit Wangerin hätte er das Gebiet der mathematischen Physik wieder deutlicher an der Hallenser Universität profilieren können. Die fehlende Reaktion der Philosophischen Fakultät beim drohenden Weggang von Neumann dürfte einer realistischen Einschätzung entsprochen haben. Eine Professur für Neumann war im Ministerium kaum zu erreichen und hätte hinsichtlich der Lehre wegen verschiedener Überschneidungen der Lehrgebiete von Wangerin und Neumann wenig zur Sicherung eines breiten Vorlesungsspektrums beigetragen.

Gegen Ende des Jahres 1899 bereitete dann die manisch-depressive Erkrankung Cantors erhebliche Sorgen, der für ein Jahr ausfiel und u. a. im November 1899 die Idee verfolgte, seine Anstellung als Professor aufzugeben und im diplomatischen Dienst oder als Bibliothekar zu arbeiten. Die in einzelnen, unregelmäßigen Schüben auftretende Erkrankung verlief 1899/1900 besonders heftig.[86] Bei der Planung des Etats für 1903 beantragte der Minister beim Finanzministerium sogar die Einrichtung eines Ersatzordinariats, da Cantor «von einem hochgradigen Nervenleiden befallen» sei und «geringe Aussicht auf Genesung» bestünde. Das Gesuch wurde, trotz der damit verbundenen Zusatzkosten, überraschend genehmigt.[87] Die Stelle blieb jedoch wegen Cantors zeitweiliger Genesung zunächst unbesetzt.

Im Frühjahr 1903 verstärkte ein weiterer Privatdozent die mathematischen Lehrkräfte. Felix Bernstein (1878 – 1956), der nach dem Studium in München, Halle, Berlin und Göttingen an der letztgenannten Universität mit Untersuchungen zur Mengenlehre 1901 promoviert wurde, hatte Ende Oktober 1902 die Habilitation beantragt und eine Arbeit über das isoperimetrische Problem im Fall des Kreises vorgelegt. Wangerin lobte in seinem Gutachten vom 2. Januar 1903, dass eine alte Aufgabe «nach einer ganz neuen Methode» behandelt wurde und diese Methode

[86] Über die Erkrankung Cantors ist viel spekuliert worden, eine sachliche Darstellung findet man in der Cantor-Biographie von Purkert und Ilgauds [Purkert/Ilgauds 1987; S. 79 – 82, 91f.].

[87] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXI, Bl. 16 – 16v, Bl. 37

vermutlich «von allgemeiner Bedeutung» sei.[88] Er sprach von einer beachtenswerten wissenschaftlichen Leistung und befürwortete die Zulassung zu den weiteren Habilitationsleistungen, die Bernstein dann in den folgenden Wochen erbrachte.[89]

Im Sommer 1903 regten Wangerin und Cantor an, die Ernennung Graßmanns zum außerordentlichen Professor im Ministerium vorzutragen. Sie lobten vor allem die von ihm übernommene Vertretung der angewandten Mathematik in der Lehre, seine Konstruktion geometrischer Modelle sowie die dazugehörigen theoretischen Erörterungen. Unmittelbarer Anlass für den Vorschlag dürfte Graßmanns Ablehnung einer Anstellung im Ministerium zu Gunsten der Tätigkeit an der Universität gewesen sein.[90] Die Fakultät griff die Anregung auf und fokussierte die Begründung in ihrem Antrag auf die notwendige Repräsentanz der angewandten Mathematik. Dabei konnte sie insbesondere darauf verweisen, dass Graßmann diese Subdisziplin bereits in der wissenschaftlichen Prüfungskommission erfolgreich vertrat.[91] Der Kurator gab in seinem Begleitschreiben noch zu bedenken, den gewünschten Lehrauftrag auf das Gebiet der angewandten Mathematik zu beschränken. Ansonsten könnte es zu einer Benachteiligung des Extraordinarius Eberhard kommen, der ja ebenfalls die Lehrtätigkeit der für die mathematischen Disziplinen zuständigen Ordinarien ergänzen sollte. Dies wäre im Hinblick auf dessen «körperliches Gebrechen» zu bedauern.[92] Die Initiative der Hallenser Mathematiker war erfolgreich, am 13. November wurde Graßmann zum Extraordinarius ernannt.[93] Die Freude über den Erfolg währte jedoch nicht lange, bereits neun Monate später nahm Graßmann eine Berufung auf ein planmäßiges Extraordina-

[88] UAH, Rep. 21, III, Nr. 145, unpaginiert, 7. Bernstein, Wangerins Referat über die Habilitationsschrift des Herrn Dr. Bernstein vom 2. Januar 1903

[89] Der Abschluss des Verfahrens ist in den Akten unterschiedlich dokumentiert. Während im Protokoll über die Sitzung der Philosophischen Fakultät vom 21. Januar 1903 die einstimmige Zuerkennung der Venia Legendi an Bernstein bereits vermerkt wurde (UAH, Rep. 21, III, Nr. 27, unpaginiert), teilte der Kurator in seinem Schreiben an das Kultusministerium vom 5. Mai 1903 mit, dass sich Bernstein am 27. April habilitiert habe. (GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. IX, Bl. 101)

[90] UAH, Rep. 21, III, Nr. 61, unpaginiert, Schreiben von Cantor und Wangerin an den Dekan vom 30. Juli 1903

[91] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXI, Bl. 203

[92] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXI, Bl. 201 – 202

[93] UAH, Rep. 4, Nr. 846, Bl. 133

riat an der Universität Gießen an und bat um seine Entlassung aus dem preußischen Staatsdienst zum 1. Oktober 1904.[94] Wieder war es nicht gelungen, eine dauerhafte Vertretung der angewandten Mathematik am Mathematischen Institut zu installieren. Zumindest konnte kurzfristig die Durchführung der Vorlesung gesichert werden. Der Kultusminister beauftragte den Privatdozenten Ernst Steinitz (1871 – 1928) von der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg am 30. Oktober entsprechend der zuvor geführten Verhandlungen die Vorlesung zur darstellenden Geometrie nebst Übungen an der Universität Halle im kommenden Wintersemester zu übernehmen.[95]

Am Rande sei noch vermerkt, dass das Ministerium im Frühjahr dieses Jahres den Antrag des Direktors der Oberrealschule Halle, Heinrich Schotten (1856 – 1939), ihm eine Honorarprofessur für Mathematik zu verleihen, abgelehnt hatte. Wichtigster Grund für die Ablehnung, die offenbar ohne Rücksprache mit der Hallenser Philosophischen Fakultät erfolgte, war das ungünstige Urteil des Provinzial-Schul-Kollegiums über die Tätigkeit Schottens als Direktor.[96] Da Schotten vor allem Vorlesungen zur Methodik des mathematischen Unterrichts anbieten wollte, hätte er auch kaum die Fakultät bei der Lösung des dringenden Problems hinsichtlich der angewandten Mathematik unterstützen können.

Im Dezember 1904 unternahm die Philosophische Fakultät einen neuen Versuch und beantragte im Ministerium, «eine mathematische Lehrstelle neu errichten und mit derselben den besonderen Lehrauftrag für darstellende Geometrie und angewandte Mathematik verbinden zu wollen».[97] Sie hob die durch Graßmanns Wegberufung entstandene empfindliche Lücke im Lehrbetrieb und die Dringlichkeit, diese zu schließen, hervor. Gleichzeitig nannte sie eine Reihe von geeigneten Kandidaten. Falls eine Wiedergewinnung von Graßmann ausgeschlossen sei, wurden der in Leipzig lehrende außerordentliche Professor Heinrich Liebmann (1874 – 1939), der Privatdozent Max Dehn (1878 – 1952) von der Universität Münster und der außerordentliche Professor Ernst Steinitz von der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg gleichwertig an die erste Stelle gesetzt. Der zweite Platz war mit den Privatdozenten Georg

[94] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXI, Bl. 344
[95] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXII, Bl. 32
[96] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXII, Bl. 23 – 25
[97] UAH, Rep. 21, III, Nr. 61, unpaginiert, Antragskonzept vom 15. Dezember 1904

Hamel (1877 – 1954) und Walther Ludwig (1876 – 1946), beide von der Technischen Hochschule in Karlsruhe, doppelt besetzt. Grundsätzlich erwartete die Fakultät von den Kandidaten ein Vertrautsein mit der darstellenden Geometrie und der graphischen Statik einschließlich des dazu nötigen zeichnerischen Geschicks sowie eine gründliche allgemeine mathematische Ausbildung. Durch eine kurze Skizze der bisherigen Arbeiten wurde von jedem der Kandidaten gezeigt, dass er die Forderungen der Fakultät bei durchaus unterschiedlichen Spezialisierungen erfüllte.[98] Der Kurator Gottfried Meyer (1855 – 1933) unterstützte das Anliegen der Fakultät und zeigte eine Möglichkeit zur Finanzierung der Stelle auf, falls die erforderlichen Mittel zum nächstjährigen Etat noch nicht angemeldet seien.[99] Der Antrag der Philosophischen Fakultät, der ganz den aktuellen Entwicklungstendenzen entsprach, war diesmal zum richtigen Zeitpunkt gekommen, denn der Minister hielt es «mit Rücksicht auf die Wichtigkeit des Faches der angewandten Mathematik und darstellenden Geometrie» für angezeigt, einen Ordinarius mit der Vertretung dieses Faches zu betrauen, und beauftragte den Kurator am 18. April 1905, von der Fakultät entsprechende Vorschläge einzuholen.[100] Ein Bearbeitungsvermerk auf dem Entwurf des Schreibens an den Kurator belegt, dass die Angelegenheit als eilig eingestuft wurde. Die überraschende Großzügigkeit des Ministeriums wird durch einen weiteren Bearbeitungsvermerk auf einer Aktennotiz zur Besetzung eines Ersatz-Ordinariats (Cantor) erklärt. Das schon für 1903 in den Finanzetat eingestellte Ersatz-Ordinariat wurde für die jetzt offerierte Professur verwendet.

Die Philosophische Fakultät reagierte sofort und unterbreitete am 29. April ihre neuen Vorschläge. Einen zusätzlichen Impuls zu raschem Handeln lieferte die Tatsache, dass für einen der Kandidaten, Gutzmer, bereits eine Berufung nach Kiel in Aussicht stand. Ohne ausdrücklich eine Rangfolge festzulegen, nannte die Fakultät Gutzmer, Arnold Sommerfeld (1868 – 1951) und Stäckel, die an ihren Wirkungsstätten

[98] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXII, Bl. 98 – 99. In dem Entwurf des Schreibens wurde die Rückkehr Graßmanns als sehr vage Möglichkeit nur am Rande erwähnt. UAH, Rep. 21, III, Nr. 61, unpaginiert, Antragskonzept vom 15. Dezember 1904. In beiden Akten ist fälschlich von Wilhelm Ludwig die Rede.

[99] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXII, Bl. 97

[100] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXII, Bl. 100

in Jena, Aachen bzw. Hannover jeweils Ordinariate innehatten. Sommerfeld wurde als der wissenschaftlich Bedeutendste unter den drei Kandidaten charakterisiert. Er habe sich zwar bisher hauptsächlich mit mathematischer Physik und Mechanik beschäftigt, würde aber zweifellos den gestellten Anforderungen «in vorzüglicher Weise gewachsen» sein.[101] Dies wie auch die hohe allgemeine Wertschätzung, die Sommerfeld bei den Fakultätsmitgliedern genoss, waren vielleicht etwas zu vorsichtig und nicht mit dem nötigen Nachdruck formuliert, um ihn im Ministerium als geeignetsten der drei Konkurrenten erscheinen zu lassen, auch wenn er vom Kurator als «die für Halle wünschenswerteste Kraft» gepriesen wurde.[102] Angesichts der oft schwierigen Situation der Hallenser Universität in Preußen ist es verlockend abzuschätzen, welch ungeheuren Prestigegewinn und welche große anregende Wirkung auf die Entwicklung von Mathematik und Physik in Halle die Berufung und ein längeres Wirken Sommerfelds in der Saalestadt gehabt hätten. Doch dies verbietet sich als reine Spekulation. Es ist offen, ob die Berufung Sommerfelds im Ministerium ernsthaft erwogen wurde. Keinesfalls war zu diesem Zeitpunkt dessen bevorstehender Wechsel nach München schon zu ahnen. Ebenso fraglich ist die Haltung Sommerfelds, speziell ob er überhaupt einen mathematischen Lehrstuhl angenommen hätte. Der Kurator nutzte am 23. Mai eine Mitteilung an das Ministerium über Cantors Gesundheitszustand dazu, die Dringlichkeit einer baldigen Besetzung des Lehrstuhls für angewandte Mathematik zu unterstreichen und darauf hinzuweisen, dass der neue Ordinarius in der Lage sein solle, auch die reine Mathematik in den Vorlesungen zu vertreten.[103] Einen Monat später unterzeichnete Gutzmer in Berlin die Vereinbarung bezüglich seiner Berufung an die Hallenser Universität. Die Berufung zum ordentlichen Professor für reine und angewandte Mathematik wurde dann von Kaiser Wilhelm II. (1859 – 1941) am 3. August 1905 vorgenommen.[104]

[101] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXII, Bl. 152
[102] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXII, Bl. 150
[103] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXII, Bl. 153 – 154
[104] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXII, Bl. 158

3.2 Gutzmers Bemühungen zur Stärkung der angewandten Mathematik

Durch die Berufung Gutzmers gewann der Lehrbetrieb am Mathematischen Institut wieder eine größere Stabilität. Das Problem der angemessenen Berücksichtigung der angewandten Mathematik war aber damit noch nicht abschließend geklärt, zumal Cantor wiederholt durch seine Krankheit ausfiel[105] und wichtige Vorlesungen durch Gutzmer übernommen werden mussten. Zunächst sollen jedoch einige Veränderungen kurz erwähnt werden, die sich in den folgenden Jahren im Umfeld der mathematischen Lehre vollzogen, aber keinen unmittelbaren Einfluss auf die hier betrachteten Wechselbeziehungen hatten. Eines dieser Ereignisse war die Einrichtung einer Professur für Statistik im Rahmen der Staatswissenschaften. Es handelte sich hier um eine beschreibende Statistik, der eine stärkere mathematische Durchdringung noch bevorstand. Den Ausgangspunkt bildete im Juli 1906 der Antrag der Philosophischen Fakultät, dem Privatdozenten Albert Hesse (1876 – 1924) einen Lehrauftrag für Statistik und allgemeine Staatslehre zu erteilen. Unter Berufung auf die Statuten der Universität, die bestimmten, dass für die Vollständigkeit des Unterrichts nicht die Vorlesungen der Privatdozenten herangezogen werden dürfen, formulierte ein Fakultätsmitglied ein Separatvotum. Bei dem Lehrauftrag handelte es sich nach einmütiger Ansicht um derartige notwendige Vorlesungen, folglich durften sie nicht durch einen Lehrauftrag an einen Privatdozenten abgesichert werden.[106] Der Antrag blieb ohne Reaktion und die Fakultätsmitglieder einigten sich ein Jahr später, nun statt eines Lehrauftrags mit Remuneration die Beförderung Hesses zum Extraordinarius zu erbitten. In einem ergänzenden Schreiben erläuterte der langjährige Ordinarius für Staatswissenschaften an der

[105] Cantor war für das Wintersemester 1899/1900, für das Sommersemester 1900, von Sommersemester 1902 bis Wintersemester 1902/03, vom Wintersemester 1907/08 bis zum Wintersemester 1908/09, vom Wintersemester 1910/11 bis Sommersemester 1912 wegen Krankheit beurlaubt. Quellen: Vorlesungsverzeichnisse, UAH, PA 5138; GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XX u. Vol. XXI; GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. II u. Vol. III; UAH, Rep. 4, Nr. 1332. Vermutlich, aber nach Aktenlage nicht eindeutig zu klären, trifft dies auch für den Zeitraum von Sommersemester 1904 bis Wintersemester 1905/06 zu.

[106] UAH, Rep. 21, III, Nr. 69, Bl. 137 – 140

Hallenser Universität, Johannes Ernst Conrad (1839 – 1915), die politische Dimension dieser Berufung.[107] Hesse sei inzwischen der Direktor des erst 1906 neu geschaffenen Statistischen Amtes der Stadt Halle. In dieser Position wäre für ihn die Berufung zum Professor mit einem sehr beträchtlichen Autoritätsgewinn gegenüber den Stadtverordneten verbunden und er könnte eine größere Wirksamkeit entfalten. Außerdem bat Conrad darum, mit Rücksicht auf sein Alter durch Hesse in den Lehrverpflichtungen entlastet zu werden. Das Ministerium folgte der Argumentation der Fakultät, die Berufung Hesses erfolgte im April 1908 zum Beginn des Sommersemesters.[108] Damit fand eine etwa dreißigjährige Tradition der Statistik in der Philosophischen Fakultät ihre Würdigung.

Ein Fächer übergreifender Diskussionspunkt in jenen Jahren war die Stellung der Extraordinarien im Lehrkörper und in den Gremien der Universität. Ende September 1908 forderte der Minister den Rektor, den Senat und die Fakultäten über den Kurator jeweils zu Gutachten auf. Diskutiert wurden u. a. die Mitgliedschaft in der Fakultät bzw. in dem großen Senat sowie das Wahlrecht bei der Rektorwahl. Insbesondere bei der Aufnahme in die Fakultät ergaben sich eine ganze Reihe von möglichen Abstufungen, z. B. zwischen etatmäßigen und außeretatmäßigen Extraordinarien, mit bzw. ohne einen bestimmten Lehrauftrag, Extraordinarien für «ein in der Fakultät sonst nicht vertretenes Spezialfach» usw.[109] Die Philosophische Fakultät lehnte ein Mitwirken der Extraordinarien in der engeren Fakultät ab, Honorarprofessoren und Extraordinarien für ein dort nicht vertretenes Fach sollten zu Beratungen über das jeweilige Fachgebiet mit beratender Stimme hinzugezogen werden. Etatmäßigen außerordentlichen Professoren wurde das aktive Wahlrecht bei der Rektorwahl zuerkannt und die Teilnahme am großen Senat gestattet. Zusätzlich wurde insbesondere mit Unterstützung der Mathematiker und Physiker vorgeschlagen, Extraordinarien, die eine Dissertation angeregt bzw. deren Ausarbeitung geleitet hatten,

[107] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXIV, Bl. 72 – 73

[108] UAH, Rep. 21, III, Nr. 69, Bl. 185

[109] UAH, Rep. 21, III, Nr. 61, unpaginiert, Schreiben des Kurators vom 1. Oktober 1908 (Abschrift des Ministerbriefes vom 25. September 1908)

zur Begutachtung der Dissertation und zur mündlichen Prüfung des Promovenden hinzuziehen.[110]

Im Herbst 1907 verlor das Mathematische Institut wiederum einen Privatdozenten und damit zugleich die Chance, auf einem im Aufschwung begriffenen Gebiet mit zu den führenden Einrichtungen in Deutschland zu gehören. Nur wenige Tage nachdem der Minister Felix Bernstein «in Anerkennung seiner wissenschaftlichen Leistungen» das Prädikat Professor verliehen hatte, forderte er ihn zur Übersiedlung nach Göttingen auf, damit er dort den Lehrauftrag für Versicherungsmathematik ausübe.[111] Erneut wurde eine hoffungsvolle Entwicklung am Mathematischen Institut abgebrochen. Bernstein hatte in den vorangegangenen Semestern begonnen, die Versicherungsmathematik als eine spezielle Richtung der angewandten Mathematik in Halle zu etablieren. Gebündelt mit den skizzierten Bemühungen um die Statistik, hätte die Hallenser Universität zu einem Zentrum auf diesem damals im Aufschwung befindlichen Gebiet werden können.

Bei der Anmeldung des Etats für das Jahr 1909 unternahm der preußische Kultusminister einen energischen Vorstoß im Finanzministerium, um die angewandte Mathematik an den Universitäten und die Grundgedanken der mit der neuen Prüfungsordnung für Schulamtskandidaten verbundenen Reformbemühungen stärker zur Geltung zu bringen. Er bat Felix Klein, ihm einige Argumente zur Begründung des Antrags zu liefern, die er dann teilweise wörtlich in seine Darlegungen übernahm.[112] Der Minister umriss in seinem Schreiben kurz den historischen Entwicklungsgang mit der Betonung der reinen Mathematik, der zu den Auseinandersetzungen um die Mathematikausbildung geführt hatte, und die «glückliche Lösung» der damit verknüpften Schwierigkeiten durch die neue Prüfungsordnung von 1898. Jedoch sei die Definition der angewandten Mathematik etwas einseitig nach «dem unmittelbaren Bedürfnisse» der «Technischen Fachschulen» ausgerichtet worden, die die Schwächen des Universitätsunterrichts besonders heftig kritisiert hatten. Der Minister fuhr dann fort: Inzwischen haben sich

[110] UAH, Rep. 21, III, Nr. 61, unpaginiert, Schreiben des Dekans der Philosophischen Fakultät vom 18. Dezember 1908

[111] UAH, Rep. 21, III, Nr. 69, Bl. 153 – 154

[112] Der entsprechende Brief Kleins an den zuständigen Ministerialbeamten ist vollständig abgedruckt in [Tobies 1988], S. 267 f.

> «die praktischen Bedürfnisse unserer Schulen so verschärft, daß eine vollere Durchführung der für die Reform von 1898 maßgebenden Grundgedanken nicht mehr hinausgeschoben und damit die Errichtung von besonderen Extraordinariaten für angewandte Mathematik nicht länger vertagt werden kann.»

Abbildung 3.3
Felix Bernstein, Privatdozent für Mathematik in Halle 1903 – 1907

Für die angewandte Mathematik habe sich inzwischen eine natürliche Gruppierung des Stoffes um zwei Mittelpunkte herausgestellt, um die «geometrisch-mechanischen Disziplinen» und um «die Kunst des Messens und Berechnens». Der Unterricht für die zum Letztgenannten gehörigen Gebiete könne an den einzelnen Universitäten meist von den vorhandenen Lehrkräften geleistet werden, während «an der Mehrzahl der Universitäten für den geometrisch-mechanischen Teil der angewandten Mathematik die Begründung besonderer ausserordentlicher Professoren [sic!] unerläßlich sein» werde. Von der Durchführung dieser Maßnahme hänge es ganz wesentlich ab, «ob unsere Universitäten auf die Dauer ihre Position in der Ausbildung der Lehramtskandidaten, was die angewandte Mathematik angeht, behalten» oder an die technischen

Hochschulen abgeben müssten.[113] Aufgeschlüsselt auf die einzelnen preußischen Universitäten beantragte der Minister die für diese notwendige Erweiterung des mathematischen Universitätsunterrichts erforderlichen Mittel. Der Antrag wurde abgelehnt, so dass ihn der Kultusminister ein Jahr später «auf das dringendste» wiederholte. Er unterstrich nachdrücklich die früher vorgebrachten Argumente, fügte aber keine neuen hinzu.[114] Dies wiederholte sich im August 1910. Der Minister bezeichnete die Einrichtung der Extraordinariate als «dringlicher denn zuvor», was schon durch die Bedeutung des Faches gerechtfertigt wäre und durch die Prüfungsordnung von 1898 besonders dokumentiert würde.[115] Kritisch stellte er fest, dass an preußischen Universitäten keine Möglichkeit bestehe, sich die für eine Lehrbefähigung in angewandter Mathematik nötigen Kenntnisse anzueignen. Erneut zeichnete er das Bild von dem den Universitäten drohenden Verlust der Zuständigkeit für die Ausbildung der Lehramtskandidaten für Mathematik und Naturwissenschaften, was auch für die Studierenden selbst von Nachteil wäre und sich letztlich in der Entwicklung der höheren realen Lehranstalten negativ niederschlagen würde. Auch diesmal blieb der Antrag erfolglos und wurde deshalb, dem üblichen Rhythmus folgend, im August 1911 und 1912 wiederholt. Auf die unveränderte Gültigkeit der früheren Argumente verweisend, erläuterte der Kultusminister eingehend den Zusammenhang mit dem außerordentlichen Aufschwung der höheren realen Lehranstalten in Preußen.

> «Diese Entwicklung hat aber, dem Wesen dieser Anstalten entsprechend, ein vermehrtes Bedürfnis gerade nach solchen Lehrkräften hervorgerufen, die in der angewandten Mathematik, insbesondere in dem geometrisch-mechanischen Teil derselben ausgebildet sind. Infolge dieses gesteigerten Bedürfnisses der Schule hat auch das Interesse der Studierenden für die genannte Disziplin eine [...] ganz bedeutende Zunahme erfahren und verlangt nun gebieterisch eine größere Berücksichtigung dieses Zweiges der Mathematik im Lehrkörper unserer Universitäten.»[116]

[113] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXIV, Bl. 236 – 240
[114] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXV, Bl. 196 – 197
[115] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. I, Bl. 70 – 72
[116] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. I, Bl. 360 – 361

Der Minister charakterisierte dann die Behebung des bestehenden Defizits durch die Erteilung von Lehraufträgen als eine «völlig unzureichende Maßnahme», die der Bedeutung der angewandten Mathematik nicht gerecht werde. Er schloss mit der Empfehlung, etwas für «die im allgemeinen Interesse so wichtige Aufgabe eines sachgemäßen Unterrichts auf dem Gebiet der angewandten Mathematik» zu tun. Der Finanzminister ignorierte den Antrag erneut wie auch im folgenden Jahr, danach erhielten durch den Kriegsbeginn a priori andere Aufgaben den Vorrang. Trotz der Hartnäckigkeit des Kultusministers war es nicht gelungen, die Ausbildung und die personelle Ausstattung an den preußischen Universitäten in Einklang mit der neuen Prüfungsordnung von 1898 zu bringen.

Die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik waren von diesen jahrelangen ministeriellen Auseinandersetzungen um die angewandte Mathematik nicht unmittelbar betroffen, wie speziell die in den Argumentationen des Kultusministers deutlich gewordene Aufteilung der angewandten Mathematik in einen geometrisch-mechanischen und einen messenden, berechnenden Teil zeigte. In diesem Verständnis wurden Gebiete wie die mathematische Physik als separat und zur Physik gehörig betrachtet. In der Prüfungsordnung von 1898 und der überarbeiteten Fassung von 1917 wurde jedoch nicht explizit von mathematischer Physik gesprochen, sondern im Paragraphen Physik war lediglich die Rede von der nachzuweisenden Fähigkeit, grundlegende physikalische Gesetze mathematisch begründen zu können (1898) bzw. ausreichende mathematische Kenntnisse zu besitzen (1917).[117] Die Basis für diese Auffassung lag in der Gleichsetzung von theoretischer und mathematischer Physik, wie sie bis zum Ende des 19. Jahrhunderts noch häufig anzutreffen war. Es muss aber davon ausgegangen werden, dass zumindest mittelbar die genannten Wechselbeziehungen beeinflusst wurden, da eine ganze Reihe von Methoden und Verfahren der angewandten Mathematik auch in der Physik eingesetzt wurden. Sicher zeichnet sich der Einsatz mathematischer Methoden in der Physik durch eine gewisse Spezifik aus, die bei den allgemeinen Betrachtungen zur angewandten Mathematik im Hintergrund blieb, doch letztlich ist auch

[117] Prüfungsordnung 1898, § 23. Die Begründung beschränkte sich auf Fälle, die ohne Anwendung der höheren Mathematik auskamen. Prüfungsordnung 1917, § 21. Vgl. auch [Lorey 1916], S. 260 ff., 254 ff.

dieser Teil der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik in der angewandten Mathematik mitenthalten.

Wie erfolgte nun die Entwicklung an der Hallenser Universität? Der vom Minister als Kunst des Messens und Berechnens charakterisierte Teil der angewandten Mathematik wurde in der Lehre durch Hugo Buchholz (1866 – 1921), den Privatdozenten für Astronomie, zum großen Teil abgedeckt, außerdem trug dazu der Professor für landwirtschaftliche Maschinenlehre Hans Lorenz mit Vorlesungen zur niederen Geodäsie bei. Letzterer ergänzte mehrfach das Lehrangebot noch hinsichtlich der geometrisch-mechanischen Methoden mit einer Vorlesung zur graphischen Statik. Die Vertretung der angewandten Mathematik lag also nicht nur in den Händen der Mathematiker und es erforderte organisatorisches Geschick, um alle Interessen zu berücksichtigen und ein möglichst umfassendes Vorlesungsprogramm auf gutem Niveau zu sichern. So hob die Philosophische Fakultät im März 1905 im Bericht zur Wiederbesetzung des Lehrstuhls für landwirtschaftliche Maschinenlehre und Kulturtechnik unter anderem hervor, dass der Spitzenkandidat Heinrich Walter (1864 – 1907) von der Baugewerkschule in Kassel «auch befähigt ist, Vorlesungen über angewandte Mathematik [...] zu übernehmen», und bemerkte «aber ausdrücklich, dass durch seine Berufung unsere Vorschläge in betr. der Besetzung eines Extra-Ordinariats für Mathematik nicht berührt werden».[118] In der Berufungsvereinbarung erklärte sich Walter dann bereit, «falls sich ein Bedürfnis dazu ergeben sollte, die angewandte Mathematik in den Bereich seiner Lehrtätigkeit zu ziehen.»[119] Durch die Berufung Gutzmers entstand besagtes Bedürfnis nicht, doch trug Walter bis zu seinem frühen Tod im Oktober 1907 graphische Statik und niedere Geodäsie im Wechsel vor. Dessen Nachfolger, der im September 1908 berufene Benno Martiny (1871 – 1953), verfuhr zunächst in gleicher Weise, konzentrierte sich aber sehr bald auf sein Fachgebiet. Dies entsprach den Vorstellungen der Fakultät, hatte diese doch in Verbindung mit der Wiederbesetzung der Walter'schen Professur eine Präzisierung und Einschränkung des Lehrgebiets vorgenommen, indem die Kulturtechnik herausgelöst wurde und die angewandte Mathematik nur eventuell, in Notfällen, einbezogen

[118] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXII, Bl. 102
[119] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXII, Bl. 114v

werden sollte.[120] Die landwirtschaftliche Maschinenlehre blieb somit fast bis zum Beginn des Ersten Weltkriegs eng mit der Lehre zur angewandten Mathematik verknüpft, ein Fakt, der bei den verschiedenen Bemühungen zur Repräsentanz der letzteren beachtet werden muss.

Bereits im November 1907, also ein dreiviertel Jahr vor dem ersten Antrag des Kultusministers an den Finanzminister bezüglich der Extraordinariate für angewandte Mathematik, hatte die Philosophische Fakultät um die «Errichtung eines Extraordinariats für Astronomie» gebeten und mit der Bedeutung begründet, die die Astronomie in der Ausbildung von Lehrern höherer Lehranstalten durch ihren Zusammenhang mit der angewandten Mathematik, der Physik sowie der Geodäsie und Geographie erlangt hat.[121] (Vgl. Abschnitt 3.5, S. 89) Das Gesuch, das noch auf die Notwendigkeit «einer neuen kleinen Sternwarte» hinwies, war durch den Kurator nicht nur zurückgehalten, sondern auch deutlich eingeschränkt worden. Hinsichtlich des zu schaffenden Extraordinariats gliederte er es in die geplanten Aktivitäten zur Etablierung der angewandten Mathematik ein. So hatte es, wie ein Bearbeitungsvermerk zeigt, keine Chance auf eine Bewilligung.[122] Auf Anregung der drei Mathematiker Wangerin, Gutzmer und Cantor beschäftigte sich die Philosophische Fakultät im Juli 1910 mit der Vertretung der angewandten Mathematik an der Hallenser Universität und trug im Ergebnis der Diskussion dem Berliner Ministerium die Bitte vor, eine entsprechende außerordentliche Professur einzurichten. In dem Schreiben wurden zunächst die nur langsam vorankommende Entwicklung in Deutschland und die Hallenser Situation geschildert. Letztere sei dadurch gekennzeichnet, dass die angewandte Mathematik durch einen Ordinarius, der «die Mathematik in ihrem gesamten Umfange, einschliesslich ihrer Anwendungen» zu vertreten habe, und einen Extraordinarius für landwirtschaftliche Maschinenkunde neben vielen anderen Gebieten mitgelehrt werde. Dies entspreche «in keiner Weise der Bedeutung und dem Umfange der angewandten Mathema-

[120] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXIV, Bl. 209 – 212. In dem Berufungsschreiben blieb jedoch hinsichtlich der angewandten Mathematik die alte Formulierung «falls sich ein Bedürfnis dazu ergeben sollte» erhalten. UAH, PA 11166, Bd. 1, Bl. 11

[121] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXIV, Bl. 242 – 244

[122] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXIV, Bl. 241

tik» und könne nicht auf Dauer so bleiben. Da inzwischen «jüngere Kräfte zur Verfügung [stehen], die einerseits eine volle mathematische Ausbildung besitzen, andererseits das Gesamtgebiet der angewandten Mathematik in wissenschaftlicher Weise pflegen und bearbeiten», beantragte die Fakultät, «ihren Lehrkörper durch [...] baldige Begründung und Besetzung eines Extraordinariats für angewandte Mathematik zu ergänzen.» Die nachfolgende, genaue Angabe der mit dieser Professur zu verknüpfenden Lehrfächer: «darstellende Geometrie einschliesslich Axonometrie, Perspektive und Photogrammetrie, graphische Statik, technische Mechanik, Festigkeitslehre, niedere und höhere Geodäsie, sowie Fehlertheorie und Ausgleichsrechnung»,[123] verdeutlichte die Ausgliederung der mathematischen Physik aus der angewandten Mathematik. In den Akten wurde weder das übliche Begleitschreiben des Kurators noch eine Antwort des Ministers aufgefunden. Diese Antwort dürfte ausgeblieben sein, denn als Gutzmer im Februar 1912 das Thema erneut auf die Tagesordnung einer Fakultätssitzung setzen ließ, enthielt der aus der Beratung hervorgegangene Antrag keinen Hinweis auf eine ministerielle Äußerung. Die Fakultät schilderte die durch Cantors Erkrankung und gestiegene Studentenzahlen inzwischen eingetretene Verschlechterung der Situation und wies «im Interesse einer angemessenen Vollständigkeit ihres Lehrplanes» auf die besonders dringliche Errichtung des Extraordinariats hin. Von den wenigen in Betracht kommenden Personen wäre gegenwärtig der Göttinger Privatdozent Horst von Sanden (1883 – 1965) zu gewinnen.[124] Dieses Mal war den Mathematikern wenigstens ein Teilerfolg beschieden. Einige Schritte sind jedoch nur durch deren Nennung in anderen Dokumenten belegt. So hatte Gutzmer Mitte Juni, möglicherweise nach einer Unterredung im Ministerium, die Zusage zu einem besoldeten Lehrauftrag für angewandte Mathematik erreicht. Dieser sollte an den Privatdozenten Friedrich Pfeiffer (1883 – 1961) von der Technischen Hochschule Danzig vergeben werden, falls sich dieser nach Halle umhabilitierte. Gutzmer

[123] UAH, Rep. 21, III, Nr. 61, unpaginiert, Konzept des Schreibens der Philosophischen Fakultät vom 22. Juli 1910

[124] UAH, Rep. 21, III, Nr. 78, unpaginiert, Schreiben der Philosophischen Fakultät vom 15. Februar 1912. Der Kurator betonte in seinem Begleitschreiben, dass er dieses Gesuch ebenso unterstützte, wie jenes im Jahre 1910. GStA PK, Rep. 76, Va, Sect. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. II, Bl. 39

regte daraufhin Pfeiffer an, das entsprechende Verfahren zu beantragen, und unterstützte ihn auch bei der Überwindung der formellen Schwierigkeiten. Pfeiffer war Absolvent einer inzwischen zur Oberrealschule aufgestiegenen Industrieschule und hatte nicht in Preußen den Grad des Dr. phil., sondern an der technischen Hochschule München den Doktor der technischen Wissenschaften erworben.[125] Pfeiffer wurde der erforderliche Dispens erteilt und die Habilitation mit einer Antrittsvorlesung zum Turbulenzproblem am 2. August 1912 erfolgreich abgeschlossen.[126] Die Verhandlungen Pfeiffers über den Lehrauftrag dürften nach den Vorabsprachen nur eine Formsache gewesen sein und am 3. Oktober 1912 erteilte der Kultusminister an Pfeiffer den Auftrag, «in Ergänzung der Lehrtätigkeit der Fachordinarien und im Einvernehmen mit diesen

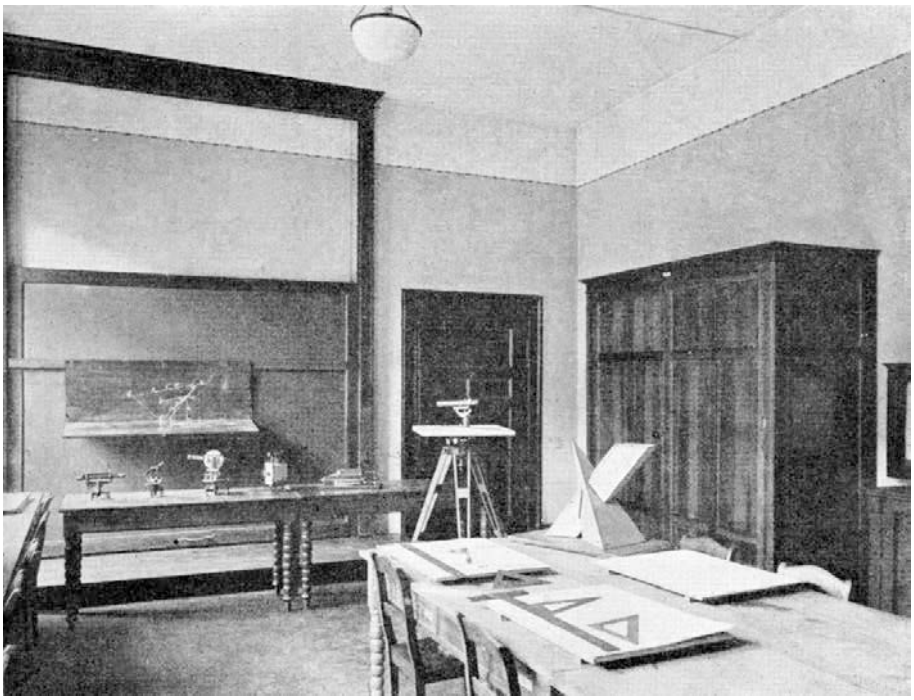


Abbildung 3.4 Zeichensaal des Mathematischen Seminars Halle

[125] GStA PK, Rep. 76, Va, Sect. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. II, Bl. 1 – 1a

[126] UAH, Rep. 21, III, Nr. 147, unpaginiert, Habilitation Pfeiffer, Schreiben des Dekans vom 2. August 1912

die angewandte Mathematik [...] in Vorlesungen und Übungen zu vertreten.»[127] Unter Berücksichtigung der zuvor geschilderten Probleme bei der Bewilligung der nötigen Finanzmittel für die Einrichtung von Professuren für angewandte Mathematik war dies wohl ein großer Erfolg für die Hallenser Mathematiker.

Abbildung 3.5 Lesezimmer des Mathematischen Seminars Halle

Außerdem konnten die Mathematiker noch einen weiteren Erfolg verbuchen. Im Wintersemester 1911/12 hatte Gutzmer eine beträchtliche Erweiterung der Räumlichkeiten erreicht, die dem Mathematischen Seminar im Melanchthonianum zur Verfügung standen, nachdem er bereits ab 1906 einige kleinere Umgestaltungen vorgenommen hatte. Das Mathematische Seminar verfügte nun neben einem Hörsaal über einen Lese- und einen Zeichensaal sowie ein Modellzimmer.[128] Obwohl für einen großen Teil der mathematischen Vorlesungen noch ein weiterer

[127] UAH, Rep. 21, III, Nr. 78, unpaginiert, Schreiben des Kurators vom 7. Oktober 1912
[128] Lorey 1916, S. 333 f.

Hörsaal in den Gebäuden der Universität genutzt werden musste, war damit eine deutliche Stärkung der institutionellen Einheit und eine Verbesserung der Unterrichtsbedingungen verbunden.

Der Vollständigkeit halber seien noch zwei Habilitationen erwähnt. Im Herbst 1909 trat Hellmuth Wolff (1876 – 1961), Direktor des Statistischen Amtes der Stadt Halle, als Privatdozent für Volkswirtschaft und Statistik in den Lehrkörper der Philosophischen Fakultät ein[129]. Rudolf Bernstein (1880 – 1971) habilitierte sich für Maschinenlehre im Frühjahr 1911 mit einer Arbeit über Kraftmesser, in der er u. a. einen von ihm konstruierten Integrator vorstellte und neben bereits bekannten Instrumenten auf seine Brauchbarkeit testete. Das Verfahren wurde im Juli mit der Antrittsvorlesung über Motorpflüge erfolgreich abgeschlossen.[130] Im folgenden Jahrzehnt hat Bernstein fast ausschließlich Vorlesungen zur Maschinenlehre gehalten, oft mit Demonstrationen und/oder auf spezielle Maschinen, wie Dampfkraft- bzw. Verbrennungskraftmaschinen, ausgerichtet. In der theoretischen Maschinenlehre dürften mathematische Aspekte eine untergeordnete Rolle gespielt haben. Die bei der eingangs geschilderten Auffassung ebenfalls zur angewandten Mathematik gerechneten astronomischen Themen werden im Abschnitt 6.4 behandelt.

3.3 Das vergebliche Ringen um die Erweiterung des mathematischen Lehrkörpers

Neben den im vorangegangenen Abschnitt behandelten Anstrengungen zur Förderung der angewandten Mathematik verlief die Entwicklung am Mathematischen Institut nach dem Dienstantritt Gutzmers sehr ruhig und ohne nennenswerte Aktivitäten, insbesondere kam es zu keiner weiteren mathematischen Habilitation. Im April 1913 bat Cantor, der in

[129] UAH, Rep. 21, III, Nr. 146, unpaginiert, 11. Habilitation Wolff. Die Angabe des Fachgebietes ist in den Akten unterschiedlich. Die Angabe im Text bezieht sich auf Wolffs Antrag. Dagegen informierte Dekan Wangerin den Rektor in einem Schreiben vom 9. November 1909 unter anderen über die Aufnahme von Wolff in die Philosophische Fakultät als Privatdozent für Staatswissenschaften (UAH, Rep. 4. Nr. 866). Am 23. Januar 1913 schlug Conrad in einem Antrag an die Philosophische Fakultät Wolff für das Extraordinariat für Statistik vor und verwies auf dessen Publikationen und Vorlesungen zur Statistik. (UAH, Rep. 21, III, Nr. 78, unpaginiert)

[130] UAH, Rep. 21, III, Nr. 147, unpaginiert, Habilitation Bernstein

den letzten beiden Jahrzehnten wiederholt wegen Krankheit um Beurlaubung hatte bitten müssen, ihn von den Vorlesungsverpflichtungen zu entbinden. Das Gesuch wurde umgehend vom Vertreter des Kurators befürwortend weitergeleitet und vom Minister genehmigt. Auf Anfrage des Ministers reichte der Kurator noch den Antrag auf «eine Allerhöchste Auszeichnung» Cantors mit dem Kronenorden 3. Klasse nach[131], der Cantor am 28. Mai vom Kaiser verliehen wurde.

Mit dem Beginn des Ersten Weltkriegs gingen die Studentenzahlen an der Universität deutlich zurück, der mathematische Lehrkörper blieb zunächst unverändert. Erst im Herbst 1915 wurde Pfeiffer zum Heeresdienst eingezogen. Er nahm 1917 den Ruf auf ein Extraordinariat an der Universität Heidelberg an und kehrte nicht mehr nach Halle zurück.[132] Gutzmer und Wangerin bemühten sich sofort um einen Ersatz und fanden ihn in dem Privatdozenten Richard Grammel (1889 – 1964). Er war Assistent an der Technischen Hochschule in Danzig-Langfuhr, hatte bei Alexander Brill (1842 – 1935) in Tübingen Mathematik und bei Arnold Sommerfeld in München theoretische Physik studiert und konnte auf gute Lehrerfolge und beachtliche Forschungsergebnisse verweisen. Wenn er durch Übertragung des Pfeiffer'schen Lehrauftrages eine gewisse Absicherung erhielte, war er trotz finanzieller Einbußen bereit, sich nach Halle umzuhabilitieren. Gutzmer und Wangerin beantragten am 20. Januar 1917, Grammel einen besoldeten Lehrauftrag für angewandte Mathematik zu erteilen, und fügten zur weiteren Begründung noch an, dass Grammel fast die einzige Persönlichkeit sei, die in Betracht käme, um die durch Pfeiffers Weggang entstehende empfindliche Lücke auszufüllen.[133] Aufgrund der raschen ministeriellen Genehmigung konnte Grammel bereits zum Sommersemester 1917 seine Lehrtätigkeit in Halle aufnehmen. Sein Lehrauftrag war auf die angewandte Mathematik ausgerichtet, habilitiert hatte er sich mit Unterstützung Wangerins für reine und angewandte Mathematik.[134] Zwar musste er ab April an der Lösung eines für die Landesverteidigung

[131] UAH, PA 15 846, unpaginiert, Schreiben des Kurators vom 2. Mai 1913
[132] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. III, Bl. 59, 106
[133] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. III, Bl. 155 – 155v
[134] UAH, Rep. 21, III, Nr. 149, unpaginiert, Habilitation Grammel, Aktennotiz vom 3. Mai 1917, Protokoll der Kommissionssitzung vom 6. Februar 1917 und Schreiben des Kurators vom 21. April 1917

wichtigen Problems in Göttingen mitarbeiten, hat aber trotzdem die Vorlesungen in Halle gehalten.[135] Im Juli 1917 regten Gutzmer und Wangerin in der Philosophischen Fakultät an, die Errichtung eines Extraordinariats für angewandte und reine Mathematik im Kultusministerium zu beantragen. Das Gesuch wurde jedoch erst ein Jahr später abgeschickt,[136] auch wurde kein Beleg für eine diesbezügliche frühere Beratung der Fakultät aufgefunden. Ob bei dieser Verzögerung die belastende, von dem Astronomen Buchholz gegen Gutzmer öffentlich geführte Beschwerde wegen der Beeinträchtigung seiner akademischen Wirksamkeit (vgl. Abschnitt 3.5, S. 88 – 96) eine Rolle spielte, kann nur vermutet werden. Der Antrag wurde noch konkretisiert und nun die Umwandlung von Grammels Lehrauftrag in die besagte Professur erbeten. Zur Begründung schilderte der als Dekan amtierende Wangerin die bestehende schwierige Situation: Die Zahl der Dozenten war im Verhältnis zur Zahl der Studierenden seit langem viel zu klein, ein akademischer Nachwuchs fast nicht vorhanden und einer der Ordinarien war aus Altersgründen gezwungen, seine umfangreichen Lehr- und Seminaraktivitäten künftig einzuschränken. Durch die Professur sollte «dem fortgesetzten Wechsel in dem Lehrauftrage» entgegengetreten, eine «tüchtige Kraft an Halle» gefesselt und die Lehrtätigkeit der Ordinarien unterstützt und ergänzt werden.[137] Wieder scheiterte die Initiative an der Ablehnung des Finanzministers, am 7. Januar 1919 teilte das Kultusministerium dem Kurator mit, dass die Bereitstellung der nötigen Finanzmittel im nächsten Staatshaushalt nicht genehmigt sei.[138]

Im Mai des gleichen Jahres bat der fast 75-jährige Wangerin, für ihn ein Ersatzordinariat zu schaffen und seinen Lehrstuhl neu zu besetzen. Er selbst wollte im beschränkten Umfang weiterhin Vorlesungen halten und zu den aktiven Universitätsprofessoren gehören. Er kam damit einer am 23. Mai ergangenen «Empfehlung» des Ministers für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung an den Kurator zuvor, in der es hieß,

[135] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. III, Bl. 258

[136] UAH, Rep. 6, Nr. 1370, unpaginiert, Schreiben des Dekans vom 31. Juli 1918

[137] UAH, Rep. 21, III, Nr. 69, Bl. 252, vgl. auch GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. III, Bl. 299 – 300

[138] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. III, Bl. 313, für den Antrag des Kultusministers s. Bl. 301

> «daß der geistige Wiederaufbau unseres Volkes an den Universitäten ohne frische, auch für das tätige Leben interessierte, dem Ideenkreis der Studentenschaft nahestehende Persönlichkeiten nicht geleistet werden kann. Wo nach Ihrer Überzeugung eine Gewähr hierfür in Anbetracht hohen Alters nicht mehr besteht, wollen Sie bald und mit Nachdruck auf Einreichung eines Emeritierungsgesuches hinwirken.»[139]

Der Kurator unterstützte wohlwollend Wangerins Antrag, zweifelte aber, ob ihm entsprochen werden könne. Unter Anerkennung der Verdienste um die mathematische Lehre und Forschung entband der Minister Wangerin zum Ende des Sommersemesters 1919 von den amtlichen Verpflichtungen in der Fakultät und entsprach dessen weiteren Bitten. Abgesehen von einem sich sehr rasch klärenden, die Rechte der Ordinarien betreffenden Einwand gegen eine Formulierung in dem ministeriellen Antwortschreiben widmete sich die Philosophische Fakultät umgehend der Wiederbesetzung des Ordinariats. Die zu diesem Zweck gebildete Kommission benötigte drei Sitzungen, um aus der Vielzahl der Kandidaten eine Auswahl zu treffen. Immerhin standen, die in den verschiedenen Gutachten zusätzlich genannten Mathematiker eingerechnet, fast 30 Personen zur Diskussion, unter ihnen Wilhelm Blaschke (1885 – 1962), Georg Hamel, Felix Hausdorff (1868 – 1942), Leon Lichtenstein (1878 – 1933), Oskar Perron (1880 – 1975), Ernst Steinitz und Hermann Weyl (1885 – 1955). Am 31. Juli 1919 beschloss die Philosophische Fakultät dem Minister an erster Stelle Weyl von der ETH Zürich, an zweiter Stelle gleichberechtigt Hamel von der Technischen Hochschule Berlin und Gerhard Hessenberg (1874 – 1925) von der Technischen Hochschule Breslau sowie an dritter Stelle Hans Mohrmann (1881 – 1941) von der Universität Basel vorzuschlagen.[140] Die vier nominierten Kandidaten hatten an der jeweiligen Hochschule eine ordentliche Professur inne. Erläuternd wurde in der Begründung neben einer kurzen Charakterisierung der Auserwählten angeführt, dass «eine jüngere Kraft berufen werden» solle, «deren Arbeits- und Lehrgebiet das der vorhandenen mathematischen Dozenten möglichst ergänzt, damit die verschiedenen mathematischen Disziplinen tunlichst

[139] UAH, Rep. 6, Nr. 1347, unpaginiert, Schreiben des Ministers vom 23. Mai 1919

[140] UAH, Rep. 21, III, Nr. 30, unpaginiert, Protokoll der Fakultätssitzung vom 31. Juli 1919, Punkt V

gleichmäßig vertreten sind,» und die bei Bedarf die grundlegenden Gebiete der angewandten Mathematik in der Lehre vertreten könne.[141]

Abbildung 3.6
Heinrich Jung, Ordinarius für Mathematik in Halle 1920 – 1948

Ein Vierteljahr später teilte der Minister mit, dass er aus unterschiedlichen Gründen, insbesondere wegen der schlechten wirtschaftlichen Situation, keine Chancen sehe, Weyl, Mohrmann bzw. Hessenberg für Halle zu gewinnen. Er forderte daher neue Vorschläge und wünschte eine Äußerung über Otto Toeplitz (1881 – 1940), Richard Courant (1888 – 1972), Issai Schur (1875 – 1941) und Leon Lichtenstein.[142] Nach mehreren intensiven Beratungen, wobei auch wieder die Meinung auswärtiger Fachkollegen eingeholt wurde, wählte die Kommission nun Heinrich Jung (1876 – 1953), Oskar Perron und Paul Koebe (1882 – 1945) zu ihren Wunschkandidaten. Überblickt man die Reihe der in Betracht gezogenen Mathematiker, so erscheint diese Auswahl, wie schon bei der ersten Liste, etwas verwunderlich. Leider liefern die spärlichen Protokolle der Kommissionssitzungen kaum Hinweise, abgesehen etwa

[141] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. III, Bl. 359 – 364
[142] UAH, Rep. 21, III, Nr. 54, Bl. 380

von einer völligen Fehleinschätzung der Leistungen Hausdorffs durch Gutzmer, aufgrund welcher Urteile und von wem die jeweilige Auswahl getroffen wurde. Die in der Begründung der zweiten Vorschlagsliste enthaltenen Einschätzungen müssen aus heutiger Sicht als teilweise krasse Fehlurteile angesehen werden. Dies lässt ahnen, welche Chance für die Mathematikentwicklung in Halle hier möglicherweise bestanden hat. Wenn die drei Vorgeschlagenen als «Forscher von Weltruf» charakterisiert wurden, die «zu den bedeutendsten Vertretern ihrer Generation auf dem Felde der mathematischen Forschung» gehören,[143] so könnte dies als ein dem Antrag geschuldetes verstärktes Hervorheben verstanden werden. Das Urteil, die Arbeiten der drei Kandidaten stünden «auf beträchtlich höherer Stufe als» die von Lichtenstein und Schur und die Arbeiten von Courant und Toeplitz würden nicht einmal jene von Grammel wesentlich überragen, ist jedoch nicht nachvollziehbar.[144] Abschließend wurde im Bericht der Fakultät noch erwähnt, dass ihr Nachrichten vorlägen, gemäß denen es möglich sei, Mohrmann für Halle zu gewinnen. Der Minister wählte den einfachsten Weg und versetzte Jung durch Erlass vom 20. Januar 1920 zum 1. April von Kiel nach Halle und bestellte ihn zugleich zum Mitdirektor des Mathematischen Seminars.[145] Damit waren die Besetzung der am Mathematischen Seminar vorhandenen Ordinariate und die mit ihnen verknüpften Lehrveranstaltungen gesichert. Die bessere Verankerung der angewandten Mathematik blieb weiterhin ein Desiderat.

Im Rahmen der unter den nach Kriegsende veränderten gesellschaftlichen Bedingungen geführten Diskussionen über die Stellung der außerordentlichen Professoren beantragte Eberhard am 5. Mai 1919 die Umwandlung seines Extraordinariats in ein Ordinariat.[146] Dieser Wunsch nach Umwandlung der Extraordinariate war von deren Inhabern allgemein an die Philosophische Fakultät herangetragen worden, ohne dies aber jeweils selbst im Ministerium zu beantragen. Ausgangspunkt dürften Bestrebungen gewesen sein, eine leistungsfähige, den Anforderungen der Lehre gerecht werdende Struktur der Fakultäten herzustellen. Die Fakultät hatte sich dabei prinzipiell für

[143] UAH, Rep. 21, III, Nr. 54, Bl. 385
[144] UAH, Rep. 21, III, Nr. 54, Bl. 389
[145] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 17 – 18
[146] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 19

die Beibehaltung der außerordentlichen Professuren ausgesprochen, zugleich jedoch anerkannt,

> «daß [...] einzelne Fächer eine so große Bedeutung im Zusammenhang mit anderen Wissenschaften und im akademischen Unterricht gewonnen haben, daß ihre Vertretung durch einen Ordinarius angemessen erscheint.»

Für diese Fächer wurde dann geprüft,

> «ob die z. Zt. hier vorhandenen Extraordinarien die Anforderungen erfüllen, die bisher bei Berufungen auf ein Ordinariat geltend gemacht worden sind und aufrecht erhalten werden müssen.»[147]

Nur in drei Fällen befürwortete die Fakultät die Umwandlung in ein Ordinariat, für Eberhard wurde dies aus fachlichen Gründen abgelehnt. In einem Begleitbrief zum Fakultätsbericht bekannte der Dekan noch, dass die Fakultät «im Hinblick auf die trüben finanziellen Verhältnisse» die Idee, «ein ideales Programm für die Ausgestaltung des akademischen Unterrichtes vorzulegen», aufgegeben habe.[148] Unter diesem Aspekt beschränkte sich die Fakultät auf die Bitte, wenn «in späterer Zeit möglich», einige der in jüngster Zeit geschaffenen persönlichen Ordinariate, u. a. für theoretische und angewandte Physik, in planmäßige umzuwandeln.[149] Der Minister teilte dem Kurator am 1. März 1920 mit, dass er die Vorstellungen der philosophischen Fakultät bei der Universitätsreform berücksichtigen werde.[150] Zuvor hatte das Ministerium im Januar 1920 nochmals eine rasche Stellungnahme zu einer möglichen Berufung von Eberhard gefordert. Die Fakultät lieferte umgehend eine entschiedene Ablehnung: Eberhard habe weder als Forscher noch als Lehrer überzeugt. Der 1895 erschienene erste Teil seines Geometriebuches habe wenig Anerkennung gefunden, der zweite Teil fehle noch immer.[151] Der Kurator unterstützte das Urteil der Fakultät.

[147] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 80

[148] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 31

[149] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 80 – 82. Zur Schaffung der persönlichen Ordinariate vgl. den Ministerialerlass vom 17. Mai 1919 (UAH, Rep. 21, III, Nr. 9, Brief des Ministers für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung vom 17. Mai 1919).

[150] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 84, Entwurf des Antwortschreibens

[151] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 73; Schreiben des Ministeriums, ebenda, Bl. 33

Die geringe Forschungsleistung war für ihn auch nicht durch die bedauerliche Behinderung Eberhards, blind zu sein, zu rechtfertigen, sondern lasse auf ein erhebliches Nachlassen seines wissenschaftlichen Fleißes schließen.[152] Bei dieser Faktenlage hatte Eberhards Antrag keine Aussicht auf Erfolg.

Nur wenige Wochen später, im Mai 1920, bekam das Mathematische Seminar die Nachteile der bisher offen gebliebenen, stärkeren Verankerung der angewandten Mathematik in Halle zu spüren. Grammel teilte dem Minister seine Ernennung zum ordentlichen Professor für technische Mechanik und Wärmelehre an der Technischen Hochschule Stuttgart mit. Er könne daher den ihm erteilten Lehrauftrag ab 1. Mai 1920 nicht mehr erfüllen.[153] Die Philosophische Fakultät betonte umgehend ihr großes Interesse, die entstandene Lücke «so schnell als möglich wieder aufzufüllen» und beantragte erneut, da «nicht die geringste Aussicht besteht, dass sich jemand für dieses Gebiet hier habilitiert und auch die Verantwortung für das Lehrgebiet einem nicht erprobten und bewährten jungen Manne nicht übertragen werden kann», ein Extraordinariat für angewandte Mathematik zu schaffen.[154] Da diesbezügliche Anträge bisher abgelehnt wurden, bat die Fakultät, zumindest den besoldeten Lehrauftrag weiter zu gewähren und «möglichst sofort zu erneuern». Für die Besetzung des Lehrauftrags nannte sie den Privatdozenten Heinrich Brandt (1886 – 1954) von der Technischen Hochschule in Karlsruhe, der sich bereit erklärt hatte, sich nach Halle umzuhabilitieren, falls «ihm sogleich der Lehrauftrag» erteilt werde. Aus einer Aktennotiz geht hervor, dass das Kultusministerium sehr rasch reagierte, die nötigen Mittel anwies und die Erteilung des Lehrauftrags an Brandt Mitte Juni 1920 vorbereitet hatte. Am 29. Juni 1920 beantragte die aus den Mathematikern und Physikern sowie dem Dekan gebildete Kommission, die von Brandt erbetene Umhabilitation nach Halle zu genehmigen.[155] Diese Hoffnung auf eine Verstärkung des Lehrköpers scheiterte aber an den ungünstigen finanziellen Verhältnissen. Auf Brandts Darlegung seiner Bezüge in Karlsruhe musste der Minister

[152] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 72
[153] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 111
[154] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 114
[155] UAH, Rep. 21, III, Nr. 148, unpaginiert, Habilitation Brandt etc., Protokoll der Kommissionssitzung vom 29. Juni 1920

antworten, dass in Halle keine planmäßige Assistentenstelle bestehe und er weder eine kontinuierliche Steigerung des Gehalts noch das derzeitige Gesamteinkommen garantieren könne.[156] Obwohl Gutzmer sofort am 5. Juli nochmals das außerordentliche Interesse der Fakultät unterstrich, Brandt für Halle zu gewinnen, und Möglichkeiten aufzeigte, die für den vermögenslosen Brandt notwendige finanzielle Absicherung zu garantieren, musste der Minister «angesichts der Finanzlage» an seiner Entscheidung festhalten.[157] Eine persönliche Vorsprache Gutzmers im Ministerium brachte keine Veränderung. Im Dezember musste Gutzmer dem Dekan mitteilen, dass Brandt nicht nach Halle wechseln werde, «aus rein finanziellen Gründen», wie es dann im Schreiben des Dekans an den Kurator hieß.[158] Brandt trat 1921 eine Professur an der Technischen Hochschule in Aachen an.

Abbildung 3.7
Georg Prange, Privatdozent für Mathematik in Halle 1921

[156] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 125
[157] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 169, 171
[158] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 328

Die Mathematiker sahen der sich abzeichnenden Absage aber nicht untätig entgegen. Schon am 16. November bat Georg Prange (1885 – 1941), Privatdozent an der Technischen Hochschule Hannover, die Philosophische Fakultät um Zulassung als Privatdozent und die Erteilung der Venia Legendi für die Fächer der reinen und angewandten Mathematik. Dadurch konnten die Mitglieder der Philosophischen Fakultät am 9. Dezember 1920 die Ablehnung Brandts entgegennehmen und gleichzeitig die aus den Ordinarien für Mathematik bestehende Kommission für die Beantragung eines Lehrauftrages für die angewandte Mathematik mit einem Bericht über Prange beauftragen.[159] Auf ihrer Sitzung am 13. Dezember sprach sich die Kommission dafür aus, Prange als neuen Kandidaten zu benennen.[160] Dies versetzte den Dekan in die Lage, in dem oben zitierten Schreiben vom 18. Dezember an den Kurator neben Brandts Absage zugleich einen neuen Kandidaten zu präsentieren. Er betonte «ein außerordentlich starkes Bedürfnis nach Vorlesungen und Übungen» in angewandter Mathematik, da diese in den letzten beiden Semestern nicht behandelt wurde. Prange habe unter der Voraussetzung, dass ihm der besoldete Lehrauftrag erteilt werde, ein Gesuch zur Umhabilitierung eingereicht. Die Fakultät bitte um eine rasche Gewährung ihres Antrags, da nur dann das Verfahren schnell genug abgeschlossen werden könne, damit die Aufnahme der Vorlesungen in das Vorlesungsverzeichnis für das Sommersemester noch möglich wäre.[161] Es dauerte trotzdem bis zum 10. Februar 1921, bis der Minister seine Bereitschaft bekundete, den für Brandt geplanten Lehrauftrag auf Prange zu übertragen.[162] Etwa 14 Tage später hielt Prange seine Antrittsvorlesung über Hamiltons Bedeutung für die geometrische Optik und trat in den Lehrkörper des Mathematischen Instituts ein. Der nachfolgend erteilte Lehrauftrag verpflichtete ihn, ab 1. April 1921 die angewandte Mathematik in Vorlesungen und soweit nötig in Übungen zu vertreten.[163]

[159] UAH, Rep. 21, III, Nr. 30, unpaginiert, Protokoll der Fakultätssitzung vom 9. Dezember 1920

[160] UAH, Rep. 21, III, Nr. 149, unpaginiert, Habilitation Prange, Schreiben Pranges vom 16. November 1920, Protokoll der Kommissionssitzung vom 13. Dezember 1920

[161] UAH, Rep. 21, III, Nr. 149, unpaginiert, Habilitation Prange, Schreiben der Philosophischen Fakultät vom 18. Dezember 1920 (mit zwei Anlagen)

[162] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 331

[163] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 351

Das früher in der Begründung eines Extraordinariats für angewandte Mathematik vorgebrachte Argument, dass ein Lehrauftrag eine zu schwache Bindung an die Universität darstelle und somit eine starke Fluktuation auf dieser Stelle verursache, sollte sich auch diesmal bestätigen. Bereits zum Wintersemester 1921/22 kehrte Prange als Ordinarius für höhere Mathematik an die Technische Hochschule Hannover zurück. Die Philosophische Fakultät beklagte in ihrem Schreiben an den Minister den

> «rasche[n] Wechsel in der Vertretung der angewandten Mathematik an hiesiger Universität im Verein mit den langen Pausen, in denen hier niemand Vorlesungen und Uebungen über dieses immer wichtiger werdende Gebiet hält»

als einen ebenso unerfreulichen wie unhaltbaren Zustand,

> «unter dem das regelrechte Studium der Mathematik und der Naturwissenschaften sehr empfindlich leidet.»

Dies schädige die Universität und die Studierenden der Mathematik, aber auch der Physik und Chemie außerordentlich. Zur Verbesserung der Situation drängte die Fakultät mit dem «grössten Nachdruck» auf die baldmöglichste Begründung eines Extraordinariats der angewandten Mathematik.[164] Zur Behebung der «nächstliegenden Nöte» bat die Fakultät, dem Privatdozenten Gustav Doetsch von der Technischen Hochschule Hannover einen Lehrauftrag zu erteilen. Doetsch könne in Halle auch das Gebiet der Versicherungsmathematik mitvertreten. Angesichts des hohen Einkommens, das er bereits bezog, dürfte dies für die Festlegung der Vergütung nicht unerheblich gewesen sein. Doetsch war bereit, wenn er den Lehrauftrag erhielte, sich nach Halle umzuhabilitieren und die Fakultät hatte alle Vorbereitungen getroffen, um das Verfahren schnell abwickeln zu können. Da einerseits die Fakultät den begründeten und dringenden Wunsch der Studierenden, die angekündigte Vorlesung zur darstellenden Geometrie zu hören, befriedigen wollte, andererseits aber Doetsch wie auch andere Lehrkräfte benachbarter Universitäten im Wintersemester nicht zur Verfügung standen, schlugen die Mathematiker vor, einen ehemaligen Assistenten, den Studienrat E. Letz von der Oberrealschule in Eisleben mit der

[164] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. V, Bl. 72

Vorlesung zu betrauen. Die Philosophische Fakultät betonte, dass es sich hierbei um eine Notlösung handele, über die schnell entschieden werden müsse, und dass Letz keineswegs das gesamte Gebiet der angewandten Mathematik lehren könne.[165] Der Kurator und der Minister unterstützten die Vorschläge der Fakultät. Ohne Rücksprache mit dem Provinzial-Schulkollegium zu nehmen, wurde Letz vom Minister mit der Vorlesung für darstellende Geometrie für das Wintersemester beauftragt und am 27. Januar 1922 trat Doetsch als Privatdozent für reine und angewandte Mathematik in den Hallenser Lehrkörper ein, nachdem die Habilitationsleistungen wie bei Vorgängern auf die Antrittsvorlesung beschränkt worden waren.[166]

Trotzdem sah sich Gutzmer nochmals veranlasst, aktiv zu werden, um, unterstützt vom Kurator, den Minister auf die Gefahr hinzuweisen, die den Wechsel von Doetsch nach Halle zu verhindern drohte. Es seien Doetsch «sehr lockende Anerbietungen» von anderen Universitäten gemacht worden, und er solle außerdem bei der Wiederbesetzung zweier vakanter Professuren in Gießen bzw. Heidelberg chancenreich sein. Gutzmer trat deshalb für eine möglichst hohe Dotierung des Lehrauftrags ein und verwies auf Doetschs derzeitiges Einkommen von etwa 40 000 Mark.[167] Gleichzeitig unternahm die Philosophische Fakultät einen neuen Versuch zur Begründung eines Extraordinariats für angewandte Mathematik. Sie ließ sich dabei vor allem von dem Bericht leiten, den Gutzmer im Namen der Kommission für die Besetzung des Lehrauftrags für angewandte Mathematik in der Sitzung am 2. März gab.[168] Neben den negativen Folgen der unregelmäßigen Vertretung des besagten Fachgebietes für die Studierenden argumentierte die Fakultät in dem nach Berlin gesandten Schreiben, dass das Ministerium, nachdem es die «ausserordentliche Bedeutung des Studiums der Anwendungen der exakten Wissenschaft anerkannt» und dies durch verschiedene Maßnahmen zum Ausdruck gebracht habe, nun auch

[165] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. V, Bl. 72v – 73

[166] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. V, Bl. 74, 79; UAH, Rep. 21, III, Nr. 150, unpaginiert, Habilitation Doetsch, Schreiben des Dekans vom 27. Januar 1922. Biographisches zu Doetsch siehe [Remmert 2000].

[167] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. V, Bl. 95. Die Höhe des Betrages ist ein Ausdruck der beginnenden Inflation.

[168] UAH, Rep. 21, III, Nr. 31, Protokoll der Fakultätssitzung vom 2. März 1922 und Entwurf des Schreibens an den Kurator

die Pflicht besitze, «an den Universitäten für eine vollgiltige [sic!] Vertretung der Anwendungen Sorge zu tragen».[169] Weiterhin wurde eine Benachteiligung der Universitäten gegenüber den Technischen Hochschulen geltend gemacht und nochmals auf den drohenden Verlust von Doetsch hingewiesen. Der «mit dringender Befürwortung» des Kurators an das Ministerium weitergeleitete Antrag ist dort, wie aus Bearbeitungsvermerken hervorgeht, mehrfach beraten worden. Im Juni 1922 wurde mit dem Vermerk, dass Doetsch einen Lehrauftrag für angewandte Mathematik erhalten habe, «ein unmittelbares Bedürfnis zur Begründung einer Professur [...] daher z. Zt. nicht» bestehe und folglich eine Etatanmeldung wenig Aussicht auf Erfolg habe, die Angelegenheit um ein Jahr verschoben. Weitere Aktennotizen belegen die jährliche Wiedervorlage des Antrages bis 1925, doch wurde kein Hinweis für eine daraus resultierende Etatanmeldung gefunden. 1923 wurde offenbar noch erwogen, Doetsch die Stelle von Eberhard zu übertragen, ohne dass dies in konkrete Beschlüsse einmündete.[170]

Obwohl die Vergütung des im März 1922 erteilten Lehrauftrags nur ca. 50 % von Doetschs bisherigem Einkommen betrug, lehrte er im Sommersemester 1922 in Halle. Im Juni 1922 wandte er sich dann an den Kurator mit der Bitte, rückwirkend beim Minister «eine erhebliche Erhöhung» seiner Remuneration zu erwirken. Zur Begründung führte er unter anderem an, dass er kein Vermögen besitze und die bewilligte Summe nicht ausreiche, «um auch nur den notwendigsten Lebensunterhalt zu bestreiten». Anderenfalls zwängen ihn die wirtschaftlichen Verhältnisse, sich wieder eine Assistentenstelle zu suchen.[171] Diesmal hatte Doetsch Erfolg, doch die sich beschleunigende Inflation ließ bald eine neue prekäre Situation entstehen. Die Vereinigung der Privatdozenten an der Universität Halle erklärte am 25. September mit Bezug auf die vom Landesverband preußischer Privatdozenten mit dem Ministerium geführten Verhandlungen, «dass nur eine der katastrophalen Geldentwertung annähernd entsprechende Erhöhung der Lehraufträge» es ermögliche, bis zu dem «vom Ministerium in Aussicht genommenen Termin einer generellen Regelung durchzuhalten», und nannte einige

[169] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI, Bl. 15

[170] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI, Bl. 16, 299

[171] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. V, Bl. 137; zur Anfangsvergütung Doetschs ebenda, Bl. 96

nach den unterschiedlichen Familienverhältnissen gestaffelte, unbedingt notwendige Mindestvergütungssummen.[172]

Diese Verhandlungen nahm Doetsch zum Anlass, um eine Neuregelung seiner Bezüge zu erbitten. Er schilderte seine persönliche finanzielle Notlage, erinnerte daran, eine bezahlte planmäßige Assistentenstelle für den Wechsel nach Halle aufgegeben zu haben, und skizzierte die Bedeutung seines Lehrauftrags im Rahmen der Universität. Dazu betonte er, dass er «eine selbständige, abgeschlossene Disziplin von gleichem Umfang und Bedeutung wie die reine Mathematik oder jedes andere Fach» zu lehren und «die Pflichten und die Verantwortlichkeiten einer Professur» wahrzunehmen habe. Er nannte die damit verknüpften Lehrverpflichtungen sowie seine Aktivitäten zur Versicherungsmathematik und bat, ihm statt der «jeweils willkürlich festgesetzten Remuneration das jeweilige planmässige Assistentengehalt» seiner Altersklasse zu gewähren.[173] Gutzmer unterstützte den Antrag mit einem Begleitschreiben, in dem er Doetsch als hervorragend begabten Mathematiker mit ausgesprochener Forschergabe und glänzender Lehrbefähigung lobte, und bestätigte die besondere Bedeutung von dessen Lehrauftrag. Kritisch ergänzte Gutzmer, dass in Halle im Gegensatz zu anderen Universitäten bisher kein Extraordinariat für angewandte Mathematik eingerichtet wurde, trotz der vorhandenen mustergültigen Einrichtungen für dieses Fach und der großen Zahl von Studierenden. Dies habe es auch verhindert, einen der früheren guten Vertreter dieses Faches längere Zeit in Halle zu halten. Es müsse wenigstens gesichert werden, dass die jeweiligen Lehrbeauftragten nicht schlechter gestellt würden als ein Assistent, ja die finanzielle Gleichstellung mindestens mit den planmäßigen Extraordinarien wäre durchaus angemessen.[174] Der Kurator griff den letzten Gedanken auf und befürwortete eine Annäherung der Vergütung an die Bezüge eines planmäßigen Extraordinarius. Die vom Minister gewährte Erhöhung der Vergütung war beträchtlich und lag etwas über dem vom Landesverband preußischer Privatdozenten kurz zuvor errechneten Mindestgehalt für Verheiratete. Eine genaue Bewertung ist jedoch schwierig, da die Vergütung erst zu einem späteren Termin ausgezahlt wurde. Doetsch blieb in Halle,

[172] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. V, Bl. 249 – 250
[173] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. V, Bl. 230 – 231
[174] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. V, Bl. 229

doch waren die negativen Auswirkungen der fehlenden Karrieremöglichkeiten auf Dauer nicht zu kompensieren. Ende August 1924 nahm Doetsch einen Ruf als Ordinarius an die Technische Hochschule Stuttgart zum kommenden Wintersemester an und legte den Lehrauftrag an der Hallenser Universität zum 1. Oktober nieder.[175]

Wenige Monate zuvor war die Ära Gutzmer durch dessen überraschenden Tod jäh zu Ende gegangen. Damit verlor die Hallenser Mathematik ihren Aktivposten, der die Entwicklung der letzten zwei Jahrzehnte stark geprägt hatte, weniger durch seine wissenschaftlichen Resultate als durch sein wissenschaftsorganisatorisches Engagement, wozu im gewissen Sinne auch die Einrichtung eines Stipendiums für fortgeschrittende Studierende der Mathematik in Halle 1922 durch A. Gutzmers Bruder, den Zuckergroßhändler Max Gutzmer, zu zählen ist, welches den Namen «August-Gutzmer-Stipendium» trug.[176] Trotz aller Schwierigkeiten waren rechte gute Bedingungen für die angewandte Mathematik geschaffen worden, während die mathematische Physik weitgehend in den Händen der Physiker lag und auch andere Richtungen der mathematischen Forschung keine weitere Profilierung erfuhren.

[175] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. XI, Bl. 240

[176] Das Stipendium richtete sich ausschließlich an deutsche evangelische oder christliche Studierende, die in erster Linie ihrer mathematischen Begabung und ihrem Fleiß nach ausgewählt werden sollten. Erst in zweiter Linie sollte Bedürftigkeit eine Rolle spielen. UAH, Rep. 21, III, Nr. 31, unpaginiert, beglaubigte Abschrift eines Schreibens von A. Gutzmer an den Rektor vom 22. Januar 1922. Wie häufig das Stipendium vergeben wurde, blieb unklar. Eine Vergabe im Mai 1924 – kurz nach dem Tode Gutzmers – an Fritz Buschmann (1901 – 1994), Kurt Sander (1904 – ?) und Erika Scheringer, die dort alle später promovierten, ist dokumentiert. UAH, Rep. 4, Nr. 887, unpaginiert, Briefe zwischen Max Gutzmer und Rektor sowie maschinenschriftliche Notiz zu einem Telefongespräch vom 20. Mai 1924. Max Gutzmer förderte die Mathematik durch eine weitere Stiftung, vgl. Abschnitt 8.3.

3.4 Die relativ stabile Entwicklung und Attraktivität der Mathematik unter Hasse und Brandt

Durch den rasch aufeinander folgenden Verlust von zwei wichtigen Hochschullehrern war hinsichtlich des mathematischen Unterrichts eine äußerst schwierige Situation entstanden. Diese verschärfte sich noch, da Gutzmers Stelle zunächst nicht wieder besetzt werden sollte. Die Naturwissenschaftliche Fakultät sah daraufhin ihre «vornehmste Aufgabe, für eine vollständige Ausgestaltung des akademischen Unterrichts Sorge zu tragen,» als unerfüllbar an, da voraussichtlich «das gesammte Fach der Mathematik nur durch den Professor Dr. Jung vertreten» werde.[177] Um wenigstens eine gewisse Verbesserung zu erreichen, versuchte die Fakultät, die Stelle von Eberhard neu zu besetzen. Sie bat den Minister, Eberhard wegen Krankheit zu emeritieren sowie von dem Prüfungsrecht zu entbinden und der Fakultät die Möglichkeit zur Neubesetzung der Stelle einzuräumen. In der Begründung bekräftigte, ja verstärkte die Fakultät das negative Gutachten von 1920. Eberhard habe seit Jahrzehnten keine neuen Forschungsergebnisse vorgelegt und nie eine Dissertation angeregt. Der Erfolg seiner Vorlesungen sei ebenfalls zweifelhaft. Mit Hinweis auf die mit Eberhard geführten, ergebnislosen Verhandlungen befürwortete der Kuratorialvertreter den Antrag der Fakultät.[178] Eine Reaktion des Ministers auf den Antrag wurde nicht aufgefunden. Sie erübrigte sich auch bald, denn nach den bestehenden gesetzlichen Bestimmungen musste der Minister am Ende des Wintersemesters 1925/26 Eberhard altershalber von den amtlichen Verpflichtungen entbinden, was er am 4. Dezember 1925 tat.

Zuvor war die Naturwissenschaftliche Fakultät Ende September 1924 über den Kurator zu Personalvorschlägen für die Wiederbesetzung der Gutzmer'schen Stelle aufgefordert worden. Mit der Unterstützung des Kurators beantragte sie zunächst, eine vertretungsweise Absicherung der Vorlesungen durch den Leipziger Professor Ludwig Neder (1890 – 1960)

[177] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI, Bl. 386. Die Berufungsverhandlungen von Doetsch mit der Technischen Hochschule Stuttgart waren zu diesem Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen.

[178] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI, Bl. 385

Abbildung 3.8
Ernst Richard Neumann, Privatdozent für Mathematik in Halle 1899 – 1901

und den Hallenser Oberstudienrat Adelbert Grüttner (1881 – 1929) vorzunehmen.[179] Der Minister genehmigte jedoch nur den Lehrauftrag für Grüttner, der einen solchen bereits für Didaktik des mathematischen Unterrichts hatte, den zweiten für Neder lehnte er «aus grundsätzlichen Erwägungen» ab.[180] Inzwischen hatte Eberhard der Fakultät Theodor Vahlen (1869 – 1945), Ordinarius für reine und angewandte Mathematik in Greifswald, als Gutzmers Nachfolger vorgeschlagen. Diesen lehnten die Fakultätsmitglieder in ihrem vier Tage später, am 24. Oktober abgeschickten Bericht jedoch ab, da sie die wissenschaftlichen Leistungen ihrer Kandidaten höher einschätzten. Ohne eine Rangliste aufzustellen, nannten sie in alphabetischer Reihenfolge den Ordinarius Konrad Knopp (1882 – 1957) von der Universität Königsberg, sowie die Extraordinarien Neder und Hans Rademacher (1892 – 1969), letzterer von der Universität Hamburg. Der Kurator vermerkte dazu, dass Neder der Hauptkan-

[179] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI, Bl. 397, Schreiben des Ministeriums, ebenda, Bl. 388
[180] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI, Bl. 398

didat des Fachvertreters in der Fakultät sei und die Fakultät es für unwahrscheinlich hielte, Knopp für Halle zu gewinnen. Außerdem unterstrich er die Dringlichkeit, über den oben erwähnten Antrag auf Gewährung der beiden Lehraufträge zu entscheiden.[181] Am 15. Dezember forderte der Minister eine neue Kandidatenliste an, da Rademacher nach Breslau berufen sei und er den beiden anderen Vorschlägen nicht entsprechen könne. Die Begründung zu letzterem findet man auf dem Entwurf dieses ministeriellen Schreibens: Knopp sollte Königsberg erhalten bleiben und Neder wurde als «sehr mittelmäßig qualifiziert» eingeschätzt.[182] In ihrem Antwortschreiben einen Monat später hielt die Fakultät an Neder fest und benannte als weitere Kandidaten Ernst R. Neumann, Ordinarius an der Universität Marburg, sowie gleichwertig an zweiter Stelle den Berliner Studienrat Hans Jonas (1882 – 1971) und den Privatdozenten Helmut Hasse (1898 – 1979) von der Universität Kiel.[183] Zu diesem Zeitpunkt herrschte in der Universitätsleitung eine spürbare Unzufriedenheit mit dem Engagement des Ministeriums bei der Wiederbesetzung von Hallenser Professuren. Die stattliche Anzahl von neun vakanten Stellen bewogen den Rektor, Anfang Februar 1925 einen dringlichen Appell an den Kurator zu richten. Er bat ihn, alle Hebel anzusetzen, um bis zum Beginn des kommenden Sommersemesters «den Personalbestand des Lehrkörpers ordnungsmäßig wieder herzustellen», und informierte ihn über eine im Senat vorherrschende «Erbitterung».[184] Zu den aufgelisteten vakanten Stellen gehörten auch je ein Lehrstuhl für Mathematik bzw. Physik. Der Kurator leitete das Schreiben an das Ministerium weiter und bat seinerseits «im dringendsten Interesse der Universität» die Berufungen bis zum Beginn des Semesters abzuschließen.[185] Der Minister wies die Beschwerde strikt zurück, die angegebenen Daten würden vielmehr eine rasche Abwicklung der Verfahren im Geschäftsgang zeigen. Nach einer Aussprache zwischen Rektor, Prorektor und dem zuständigen Referenten des Ministeriums wurde die Angelegenheit als erledigt angesehen.[186]

[181] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI, Bl. 406 – 409
[182] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI, Bl. 410
[183] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI, Bl. 522 – 523
[184] UAH, Rep. 6, Nr. 1402, unpaginiert, Schreiben des Rektors vom 5. Februar 1925
[185] UAH, Rep. 6, Nr. 1402, unpaginiert, Schreiben des Kurators vom 6. Februar 1925
[186] UAH, Rep. 6, Nr. 1402, unpaginiert, Schreiben des Ministers vom 6. März 1925

Das mathematische Ordinariat war zu Beginn des Frühjahrssemesters noch unbesetzt, erst am 30. April erfolgte die Berufung von Hasse zum ordentlichen Professor und Direktor des Mathematischen Seminars.[187] Wenig später belebte sich auch die Privatdozententätigkeit am Mathematischen Institut und die Naturwissenschaftliche Fakultät beantragte, die Mittel für einen Lehrauftrag für angewandte Mathematik wieder einzustellen. Am 5. Oktober schlug sie den Privatdozenten Heinrich Behmann (1891 – 1966) aus Göttingen für den Lehrauftrag vor. Dieser war bereit, sich nach Halle umzuhabilitieren, und galt als «vortrefflicher Kenner der angewandten Mathematik», der auch auf anderen Gebieten der Mathematik ausgezeichnete Leistungen erzielt hatte.[188] Behmann war nach einer Kopfverwundung im Ersten Weltkrieg behindert, war dann 1918 in Göttingen promoviert worden und hatte sich 1921 dort habilitiert jeweils mit Arbeiten zur modernen Logik. Nach zeitweiliger Tätigkeit im Schuldienst war er ab Oktober 1922 planmäßiger Assistent bei Carl Runge (1856 – 1927) am Institut für angewandte Mathematik gewesen. Bereits am 16. Oktober 1925, lange vor dem Abschluss des Habilitationsverfahrens, vergab der Minister den Lehrauftrag bis auf Widerruf an Behmann.[189] Damit war das Lehrprogramm in dem bisherigen Umfang wieder gesichert. Allerdings ging Behmann als Rockefeller-Stipendiat bereits im August 1926 für sieben Monate nach Rom zur Förderg seiner Untersuchungen auf dem Gebiet der mathematischen Logik sowie der logischen und philosophischen Grundlagen der Mathematik.[190] Dieser Lehrauftrag genügte aber auf Dauer keineswegs den Ansprüchen der Mathematiker. Im Februar 1927 baten die Vertreter der Mathematik und der Physik über den Kurator um eine Unterredung mit dem zuständigen Ministerialbeamten. Abermals bildete die Wiederbesetzung von Professuren ein wichtiges Problem. Bei den Mathematikern waren zum einen die Vorschläge für den Nachfolger auf Eberhards Stelle seit einem Jahr ohne Antwort geblieben, zum anderen strebten sie einen weiteren bezahlten Lehrauftrag an, «damit endlich wieder der Lehrbetrieb der Mathematik derartig ausgestattet

[187] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI, Bl. 526 – 527

[188] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. XI, Bl. 321

[189] UAH, PA 4295, unpaginiert, Schreiben des Ministers vom 16. Oktober 1925

[190] UAH, PA 4295, unpaginiert, Schreiben Behmanns vom 14. August 1926 und fünfseitiger Lebenslauf Behmanns vom 5. Juli 1938

werden kann, dass auch für Fortgeschrittene gelesen wird».[191] Für das Extraordinariat hatte die Fakultät an erster Stelle Adolf [Abraham] Fraenkel (1891 – 1965) von der Universität Marburg, an zweiter Stelle wieder den Berliner Studienrat Jonas und an dritter Stelle die Privatdozenten Wolfgang Krull (1899 – 1971) von der Universität Freiburg i. Br. und Heinz Prüfer (1896 – 1934) von der Universität Jena vorgeschlagen.[192] Wie die Besprechung im Ministerium zeigte, war der Antrag unbeantwortet geblieben, weil eine Verwendung der Professur in einem anderen Fachgebiet erwogen wurde, insbesondere beabsichtigt war, sie in eine flugwissenschaftliche Professur umzuwandeln. Die Errichtung einer solchen Professur war von der Hallenser Naturwissenschaftlichen Fakultät selbst beantragt worden, doch hatte man diesen Plan inzwischen aufgegeben (vgl. Abschnitt 4.2, S. 126 – 128). Im Ergebnis der Unterredung am 10. März 1927 wurde «die Schaffung einer weiteren physikalischen Professur» als «das dringendste Bedürfnis» in den Naturwissenschaften festgelegt.[193] Bereits im Vorfeld der Besprechung hatten die Mathematiker und Physiker ihre Interessen im Rahmen der Fakultät abgestimmt, wobei erstere der stärkeren Förderung der Physik trotz des eigenen Nachteils zugestimmt hatten. Ob in der Frage des Lehrauftrags für Mathematik ein Ergebnis erzielt wurde, ist in der Aktennotiz nicht vermerkt. Ein solcher war durchaus von Interesse, da im Juli 1927 mit Erich Bessel-Hagen (1898 – 1946) ein weiterer Privatdozent nach erfolgreicher Habilitation den mathematischen Lehrkörper verstärkte. Bessel-Hagen, ein Schüler von Constantin Carathéodory (1873 – 1950) in Berlin, war Privatassistent von Felix Klein und dann Privatdozent in Göttingen gewesen und wechselte bereits ein Jahr später von Halle an die Bonner Universität, wo er 1931 eine Professur erhielt.[194]

Die Mathematiker nahmen das Ausscheiden Bessel-Hagens zum Anlass, um günstigere Bedingungen für einen Privatdozenten zu erreichen, und beantragten im Mai 1928 im Ministerium, entweder einen Lehrauftrag für Analysis oder ein Privatdozentenstipendium und eine halbe Assistentenstelle am Mathematischen Seminar einzurichten. Sie

[191] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 213 – 213v

[192] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 223 – 226

[193] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 218, Antrag der Fakultät vom Mai 1926, ebenda, Bl. 227 – 229

[194] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. XI, Bl. 444 – 447, 515 – 516

erzielten einen wichtigen Teilerfolg, indem ihnen im Juli 1928 ein Lehrauftrag mit einer reduzierten Vergütung zugesichert wurde.[195] Jung und Hasse begannen daraufhin mit einer intensiven Suche nach geeigneten Kandidaten, die neben guten wissenschaftlichen Leistungen auch über genügend Lehrerfahrung verfügen sollten, um eine Hauptvorlesung übernehmen zu können. Von ursprünglich fünf Dozenten war aufgrund der finanziellen Restriktionen nur der in Freiburg lehrende Reinhold Baer bereit, nach Halle zu wechseln. Das Badische Unterrichtsministerium versuchte seinerseits, den jungen Gelehrten durch eine höhere Vergütung zum Verbleib in Freiburg zu bewegen, so dass der Dekan der Hallenser Naturwissenschaftlichen Fakultät den Minister um eine entsprechende Dotierung des Lehrauftrags für Analysis bat.[196] Dem Antrag wurde entsprochen und Baer habilitierte sich im Dezember 1928 in Halle für das Gebiet der reinen Mathematik.[197] Der Wechsel nach Halle hat Baers akademische Karriere nicht gefördert. 1933 gehörte er zu den ersten Opfern des berüchtigten Gesetzes für die Wiederherstellung des Berufsbeamtentums. Am 29. April teilte ihm der Kurator die Beurlaubung mit. Am 7. September folgte dann der Entzug der Lehrbefugnis.[198] Über England emigrierte er 1935 in die USA.

In ihrem Bestreben, die personelle Ausstattung am Mathematischen Seminar zu verbessern bzw. einzelne Privatdozenten fester an die Universität zu binden, hatte die Naturwissenschaftliche Fakultät außerdem im Februar 1928 die Beförderung von Behmann zum nichtbeamteten Extraordinarius beantragt. Die vom Ministerium um eine Einschätzung gebetenen Mathematiker Ludwig Bieberbach (1886 – 1982), Richard Courant, Heinrich Liebmann, Oskar Perron und Otto Toeplitz äußerten sich aber recht kritisch, so dass der Minister den Antrag wegen des zu engen Arbeitsgebiets von Behmann ablehnte.[199]

Die Reihe der Privatdozenten erweiterten schließlich zu Beginn des Jahres 1930 noch Erhard Tornier (1894 – 1982) und Fritz Neiß (1883 – 1952).

[195] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. XI, Bl. 515 – 518

[196] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. XI, Bl. 538 – 539

[197] UAH, PA 4062, unpaginiert, Schreiben des Ministers vom 14. November 1928; GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. XII, Bl. 6 – 7

[198] UAH, PA 4062, unpaginiert, Schreiben des Kurators vom 29. April 1933, Schreiben des Ministers vom 7. September 1933

[199] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. XI, Bl. 490 – 491, 495

Tornier hatte wegen seiner schwierigen wirtschaftlichen Verhältnisse den preußischen Kultusminister im November 1925 gebeten, ihn zum persönlichen Assistenten von Hasse in Halle zu bestellen oder ihm durch eine Assistentenstelle bzw. einen Lehrauftrag die Möglichkeit zur akademischen Laufbahn zu eröffnen.[200] Die direkte Bezugnahme auf Hasse erklärt sich durch die gemeinsame Studienzeit in Marburg, wo beide 1921 bei Kurt Hensel (1861 – 1941) promoviert worden waren. Nach mehrmaliger Rücksprache mit Hasse, in der sich der Minister insbesondere versicherte, dass Tornier «in Halle den wissenschaftlichen Untergrund für seine Forschungen und die Möglichkeit zur Vorbereitung auf die Habilitation fände», bewilligte er Tornier ein zweijähriges Stipendium.[201] Auf Antrag von Hasse und Jung wurde das Stipendium zweimal um jeweils ein Jahr verlängert. Am 10. Januar 1930 wurde schließlich das Habilitationsverfahren Torniers erfolgreich abgeschlossen und ihm die Venia Legendi für Mathematik erteilt.[202] Dies war aber nur noch ein formaler Akt, Tornier hatte bereits ab 1. Oktober 1929 für zwei Jahre einen Lehrauftrag zur Vertretung der Mathematik in Vorlesungen und Übungen an der Universität Kiel erhalten[203] und kehrte danach nicht wieder nach Halle zurück.

Neiß reichte im Februar 1930 ein Gesuch um Zulassung zur Habilitation bei der Naturwissenschaftlichen Fakultät ein. Er hatte in Berlin bei Georg Frobenius (1849 – 1917), Hermann Amandus Schwarz (1843 – 1921) und Issai Schur studiert, war 1914 in Leipzig promoviert worden und im Schuldienst bis zum Oberstudienrat aufgestiegen. Als Habilitationsschrift legte er eine algebraisch-zahlentheoretische Arbeit über Abel'sche Zahlkörper vor. Nachdem er die üblichen Leistungen erbracht hatte, trat er am 1. Juli 1930 als Privatdozent in den Lehrkörper ein.[204] Neiß blieb weiter hauptberuflich im Schuldienst tätig, strebte aber einen Stellenwechsel von Berlin nach Halle an. Es spricht für das Interesse der Fakultät an der Lehrtätigkeit von Neiß, dass sie dessen Wunsch, bis zur Übernahme in den Hallenser Schuldienst in Berlin wohnen zu bleiben, unterstützte. Der Wechsel in den Hallenser Schuldienst kam nicht

[200] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. XI, Bl. 330
[201] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. XI, Bl. 333 – 335
[202] UAH, Rep. 4, Nr. 867, unpaginiert, Aktennotiz des Dekans vom 11. Januar 1930
[203] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. XII, Bl. 58
[204] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. XII, Bl. 143 – 147

zustande, bis zum Januar 1933 musste Neiß stets um einen finanziellen Zuschuss für seine Reisekosten bitten, da dafür die Vorlesungsgelder nicht ausreichten. Von Fakultät und Kurator befürwortet, wurde dieser Zuschuss jeweils gewährt, ab dem Sommersemester 1933 genehmigte der Minister einen festen Zuschuss von 150 RM je Semester.[205] Im September 1934 bot sich Neiß die Möglichkeit, mit Unterstützung von Erhard Schmidt (1876 – 1959) und Ludwig Bieberbach als Ersatz für den an die Universität Breslau beurlaubten Georg Feigl (1890 – 1945) eine Tätigkeit als Hochschullehrer an der Berliner Universität aufzunehmen.[206]

Es wäre sicher eine Überbewertung, wenn die Belebung der Privatdozententätigkeit allein dem Wirken Hasses zugeschrieben würde, jedoch ist unverkennbar, dass die Hallenser Mathematik durch ihn deutlich an Attraktivität gewann. Umso schwerer wog, dass er zum Sommersemester 1930 die Nachfolge auf den Lehrstuhl seines Doktorvaters Hensel in Marburg antrat.[207] Am 22. Januar 1930 schickte die Naturwissenschaftliche Fakultät ihre Vorschläge für die Wiederbesetzung der vakant werdenden Stelle an das Berliner Ministerium.[208] An erster Stelle nannte sie den Ordinarius für darstellende Geometrie und angewandte Mathematik an der Technischen Hochschule Aachen Heinrich Brandt, an zweiter Stelle den Erlanger Ordinarius für Mathematik Wolfgang Krull sowie gleichwertig als Dritte die Privatdozenten Heinz Prüfer und Robert Schmidt (1898 – 1964) von der Universität Münster bzw. Kiel. Besonders hob sie dabei bezüglich Brandt die «mehrfach und nachdrücklich» artikulierte Meinung vieler Fachkollegen des In- und Auslandes hervor, dass dieser angesichts «seiner ausgezeichneten Entdeckungen» mit seinem Arbeitsgebiet nicht an eine Technische Hochschule, sondern an eine Universität gehöre, und unterstrich ihr spezielles Interesse an diesem bedeutenden Forscher. Am Rande wurde nochmals der bereits 1926 nominierte Fraenkel erwähnt, der «lediglich im Hinblick auf die gegenwärtige besondere Situation Fraenkels nicht erneut» vorgeschlagen wurde.[209] Es spricht für ein zügiges Handeln im Ministerium, dass Brandt bereits am 12. April 1930 die vorläufige

[205] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. XII, Bl. 314 – 315
[206] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. XIII, Bl. 35 – 36
[207] UAH, Rep. 4, Nr. 867, unpaginiert, Schreiben Hasses vom 17. November 1929
[208] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VIII, Bl. 227 – 232
[209] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VIII, Bl. 232

Berufungsvereinbarung unterzeichnen konnte. In den Verhandlungen dazu hatte er u. a. eine Erhöhung der dem Mathematischen Seminar zur Verfügung gestellten Mittel zugesagt bekommen sowie die Umwandlung der halben Assistentenstelle in eine volle Stelle erreicht. Einen reichlichen Monat später erfolgte seine Berufung zum Ordinarius für Mathematik und Direktor des Mathematischen Seminars ab 1. Oktober 1930.[210] Die damit erreichte Personalstruktur blieb bis zum Zweiten Weltkrieg weitgehend unverändert und bildete die Basis für eine relativ kontinuierliche Entwicklung.

Natürlich zeigte die nationalsozialistische Herrschaft auch am Mathematischen Seminar ihre Auswirkungen. Wie schon erwähnt, wurde Baer 1933 zunächst beurlaubt und ihm dann am 7. September die Lehrbefugnis entzogen. Im Oktober 1934 beantragte Brandt als Dekan im Namen der Naturwissenschaftlichen Fakultät einen Lehrauftrag für Mathematik, im besonderen für Analysis und analytische Geometrie, für den Jenaer Privatdozenten Heinrich Grell (1903 – 1974). Dies solle ein Ersatz für die Tätigkeit von Baer sein und den Ordinarien die nötige Entlastung für höhere mathematische Vorlesungen schaffen.[211] Grell hatte in Göttingen studiert und war 1926 bei Emmy Noether (1882 – 1935) promoviert worden. Ostern 1928 trat er eine Assistentenstelle am Mathematischen Institut der Universität Jena an und habilitierte sich dort zwei Jahre später. Der Minister genehmigte den erwähnten Antrag Brandts und auch die kurz darauf erbetene Erhöhung der Vergütung, damit Grell nicht weniger verdiene als in Jena und seine Lehrtätigkeit in Halle über das Wintersemester hinaus fortsetze.[212] Nachdem Grell am 13. Februar 1935 seine Antrittsvorlesung absolviert hatte, erteilte ihm der Minister am 18. Februar 1935 die von der Fakultät entsprechend der neuen Reichshabilitationsordnung erbetene Venia Legendi. Er konnte jedoch in Halle kaum noch wirksam werden, da er am 10. April unter der Anschuldigung der Homosexualität verhaftet und erst am 3. September 1935 wieder aus der «Schutzhaft» entlassen wurde. Obwohl kein Strafverfahren gegen Grell eingeleitet wurde, war damit sein weiteres Verbleiben an der Hallenser Universität unmöglich. Der Rektor beantragte daher am 25. Oktober «dringend von seiner [Grells] weiteren

[210] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VIII, Bl. 235 – 236
[211] UAH, PA 6887, unpaginiert, Schreiben des Dekans vom 8. Oktober 1934
[212] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. XIII, Bl. 43, 47

Verwendung in Halle abzusehen». Er fügte aber die Meinung der beiden Mathematikordinarien an, dass es wegen des großen Mangels an geeignetem mathematischen Nachwuchs und der guten pädagogischen und wissenschaftlichen Fähigkeiten sehr bedauerlich wäre, wenn Grell von der Dozentur ausgeschlossen würde, was als ein vorsichtiges Plädoyer für Grells weitere Anstellung im Hochschulbereich gewertet werden darf. Außerdem erinnerte Rektor Woermann an einen zuvor gestellten Antrag, einen Lehrauftrag für Mathematik an den Dresdener Extraordinarius William Threlfall (1888 – 1949) zu erteilen.[213] Ob Grell die beabsichtigte zivilgerichtliche Klärung der Anschuldigung eingeleitet hat, ist aus den Akten nicht ersichtlich.

Abbildung 3.9
Heinrich Grell, Privatdozent für Mathematik in Halle 1934 – 1935

In welcher misslichen Situation seitens seiner Dozenten sich das Mathematische Seminar befand, hatten die Fachordinarien Jung und Brandt im Juli ausführlich geschildert, denn außer dem Ausfall Grells beklagten sie das ständige Pendeln von Neiß zwischen Berlin und Halle, der mit wenigen – an kleine Kreise gerichteten – Spezialvorlesungen

[213] UAH, PA 6887, unpaginiert, Schreiben des Rektors vom 25. Oktober 1935

die an seine Lehrtätigkeit gestellten Erwartungen nicht erfüllte. Auch für Behmann wünschten sie, dass er anderweitig untergebracht würde, damit man seine Stelle neu besetzen könne, denn er habe «zu dem Gebiet der angewandten Mathematik, in seinem eigentlichen Sinne genommen, keinerlei innerer [sic!] Verbindung» – dies müsse in Verbindung mit seinen durch eine Kriegsverletzung bedingten Konzentrationsstörungen zum vollständigen Verkümmern des Unterrichts in diesem Fache führen.[214]

Mit der Entscheidung über den Lehrauftrag ließ sich der Minister etwas Zeit und versetzte am 22. Januar 1936 Threlfall mit Wirkung zum 1. April 1936 von der Technischen Hochschule Dresden an die Hallenser Universität.[215] Wiederum hatten die Hallenser Mathematiker wenig Glück, denn im November musste Threlfall krankheitsbedingt Urlaub erbitten und fiel das restliche Semester aus. Ein Jahr später kam seine vierstündige Vorlesung über Funktionentheorie aus Mangel an Hörern nicht zustande und der Minister beauftragte ihn, zum 1. Januar 1938 die Vertretung der Mathematikprofessur an der Universität Frankfurt/M. zu übernehmen. Von dort kehrte er nicht wieder nach Halle zurück, denn im Dezember dieses Jahres erhielt er rückwirkend zum 1. Oktober die Berufung als Ordinarius für Mathematik an der Frankfurter Universität.[216]

In dieser Zeit war das Mathematische Seminar eines weiteren großen Talentes beraubt worden. Martin Eichler (1912 – 1992) war 1936 mit einer Arbeit über zahlentheoretische Untersuchungen in rationalen Quaternionenalgebren promoviert worden und hatte seit April 1936

[214] UAH, Rep 4, Nr. 850, Bl. 164 – 165. Allerdings hielt die Fakultät diesen letzten Punkt bereits im Oktober in ihrem neuerlichen Antrag auf Ersatz für Grell für «nicht so dringend» [UAH, Rep 4, Nr. 850, unpaginierter Teil, Schreiben des Dekanvertreters vom 29. Oktober 1935] und im Zusammenhang mit der Beantragung einer außerordentlichen Professur im Juli 1938 bescheinigte man Behmann trotz des mangelnden inneren Verhältnisses zu seinem Lehrgebiet einen «sorgfältigen und vorzüglichen Unterricht» – und trotz seiner eingeschränkten Leistungsfähigkeit habe er sich als «sorgfältiger und gewissenhafter Arbeiter [...] im Unterricht grosse Mühe gegeben» [UAH, PA 4295, unpaginiert, Antrag des Dekans vom 6. Juli 1938]. Die Aussagen über Behmann sind nicht zweckfrei geäußert worden, so dass ihr Wahrheitsgehalt ohne weitere Anhaltspunkte schwer überprüfbar ist.

[215] UAH, PA 15998, teilweise unpaginiert, Bl. 1

[216] UAH, PA 15998, teilweise unpaginiert, Abschrift des Schreibens des Ministers vom 21. Dezember 1937, Mitteilung über die Berufung Threlfalls vom 6. Dezember 1938

für ein Jahr eine Assistentenstelle bei seinem Doktorvater Brandt inne. Dieser beantragte bereits im Juni eine Verlängerung der Stelle bis auf Weiteres und begründete dies mit der wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit Eichlers und mehreren wichtigen Aufgaben, die er im Mathematischen Seminar erledigte. Während der Dekan den Antrag unterstützte und über die politischen Bedenken, Eichler hatte früher der Kommunistischen Partei angehört, hinwegsehen wollte, bildeten diese für den Führer der Dozentenschaft Wilhelm Wagner (1899 – 1976) und den Kurator die Basis, eine Weiterbeschäftigung Eichlers abzulehnen.[217] Damit verlor die Universität die Chance, innerhalb weniger Jahre eine wertvolle Stütze der mathematischen Forschung und des Unterricht aus den eigenen Reihen zu erhalten.

Angesichts des sich abzeichnenden Weggangs von Threlfall bemühten sich Brandt und Jung erneut um einen Ersatz und glaubten, ihn in dem Hamburger Extraordinarius Hans Petersson (1902 – 1984) gefunden zu haben. Dieser hatte in Hamburg und Göttingen Mathematik und Astronomie studiert, war 1925 in Hamburg promoviert worden und dort nach einem Aufenthalt als Rockefeller-Stipendiat in Cambridge (Engl.) und Wien vom Assistenten bei Erich Hecke (1887 – 1947) bis zum Extraordinarius aufgestiegen. Zur Begründung wurde in dem Schreiben der Naturwissenschaftlichen Fakultät angeführt, dass ohne Verstärkung «der Unterricht in Mathematik im nächsten Semester nicht voll aufrecht zu erhalten» sei. Die schlechte Vorbildung der Neuimmatrikulierten und der größere zeitliche Abstand zwischen Reifeprüfung und Studienbeginn erfordere Unterstützung der Anfängervorlesungen durch Übungen.[218] Der Rektor bestätigte den dringend erforderlichen Ersatz für Threlfall und bat um «Überweisung des Nachfolgers für das Sommersemester 1938».[219] In einem weiteren Schreiben an den Minister unterstrich Jung in seiner Eigenschaft als Dekan, dass es trotz der gegenwärtig sehr kleinen Zahl der Mathematikstudierenden sehr wichtig sei, alle notwendigen Vorlesungen anzubieten, weil sonst die Gefahr des Wechsels der Studierenden an Universitäten mit vollständigem Lehrplan bestehe.[220] Der Minister bekundete am 20. April seine Bereitschaft, Petersson

[217] UAH, Rep. 4, Nr. 954, Bl. 86 – 94v
[218] UAH, Rep. 6, Nr. 2964, unpaginiert, Schreiben des Dekans vom 3. März 1938
[219] UAH, Rep. 6, Nr. 2964, unpaginiert, Schreiben des Rektors vom 5. März 1938
[220] UAH, Rep. 6, Nr. 2964, unpaginiert, Schreiben des Dekans vom 30. März 1938

nach Halle zu versetzen, sobald die finanzielle Absicherung durch ein Dozentenstipendium gewährleistet sei.

Es folgte ein verzweifeltes Ringen der Mathematiker, über die Fakultät die Bewilligung der benötigten Finanzmittel zu erlangen. Die Hamburger Universität versuchte ihrerseits, Petersson durch Zuschüsse zum Verbleiben in der Hansestadt zu bewegen, und das für Halle zuständige Preußische Ministerium wollte «aus grundsätzlichen Erwägungen» die von Petersson gestellten finanziellen Bedingungen nicht erfüllen, so dass alles auf ein Scheitern der Hallenser Bemühungen hinauszulaufen schien. Am 10. Oktober 1938 lehnte Petersson einen Wechsel nach Halle ab.[221] Als er jedoch das ministerielle Ablehnungsschreiben erhielt, änderte er seine Meinung, hatte doch das Ministerium nochmals unterstrichen, wie sehr ein Wechsel nach Halle begrüßt werden würde, und gebeten, sich «nochmals mit der Universität Halle in Verbindung [zu] setzen».[222] Eine schnelle Abwicklung der Angelegenheit scheiterte am NS-Dozentenbund, da dieser für die Zustimmung zu der von Petersson beantragten Dozentenbeihilfe erst in der Münchner Zentrale nachfragen musste. Als der Minister ungeduldig Anfang Dezember 1938 eine rasche Information einforderte, konnte der Kurator in seiner Antwort vom 5. Januar nur auf die ausstehende Antwort aus München verweisen. Im Juli 1939 harrte die Naturwissenschaftliche Fakultät immer noch einer Entscheidung. Danach ist der Vorgang in den Akten der Hallenser Universität nicht mehr nachweisbar. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist der Wechsel letztlich doch gescheitert. Es wäre nur ein kurzes Gastspiel gewesen, denn Petersson trat noch 1939 ein Extraordinariat an der Deutschen Universität in Prag an. Ob dabei politische Motive einen Meinungsumschwung im Ministerium bewirkten und die Besetzung der Prager Stelle gegenüber der der Hallenser als wichtiger eingestuft wurde, muss offen bleiben.

Möglicherweise als Ausgleich wurde Behmann unter Berufung in das Beamtenverhältnis zum außerplanmäßigen Professor befördert.[223] Diesem war auf Antrag der Naturwissenschaftlichen Fakultät im Sep-

[221] UAH, Rep. 6, Nr. 2964, unpaginiert, Schreiben des Dekans vom 22. August und vom 17. Oktober 1938, Schreiben des Ministers vom 21. September 1938

[222] UAH, Rep. 6, Nr. 2964, unpaginiert, Schreiben des Ministeriums vom 22. Oktober 1938; Mitteilung des Dekans vom 26. Oktober 1938

[223] UAH, PA 4295, unpaginiert, Schreiben des Ministers vom 18. September 1939

tember 1938 die Amtsbezeichnung nichtbeamteter außerordentlicher Professor verliehen worden. Im darauffolgenden Juli bat Behmann zur Sicherung seiner sozialen Lage selbst um die Ernennung zum außerplanmäßigen Professor, die die Fakultät und der Rektor durch eine positive Beurteilung bzw. ein befürwortendes Begleitschreiben unterstützten.[224]

Nach 1939 gab es keine personellen Veränderungen mehr. Mit der Dauer des Krieges vermehrten sich die Probleme, um die Lehre im vollen Umfang durchzuführen, und mehrfach stand die Frage der Schließung der Universität bzw. einzelner Abteilungen zur Debatte (vgl. Abschnitt 2.2, S. 15 – 24).

3.5 Das Schicksal der Astronomie als Nischenfach

Formal hätte die Astronomie im Jahre 1892 auf eine 100-jährige, durch eine Sternwarte dokumentierte verstärkte Repräsentanz an der Hallenser Universität zurückblicken können. Die Bilanz wäre jedoch sehr bescheiden ausgefallen, denn die Einweihung der Sternwarte brachte nicht den erhofften Aufschwung und die Astronomie konnte in dem folgenden Jahrhundert nie aus ihrem Schattendasein heraustreten. Obwohl die Bedeutung dieses Fachgebietes für verschiedene Studienrichtungen wiederholt betont worden war, reichte dies lediglich dazu, dessen völliges Verschwinden im Hallenser Vorlesungsprogramm zu verhindern. Herausragende Forschungsergebnisse bzw. eine spürbare Einflussnahme auf die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik waren unter diesen Umständen nicht zu erwarten. Im Folgenden wird die Entwicklung der Hallenser Astronomie weiter verfolgt, wobei die Frage, ob die im 20. Jahrhundert sehr stark zunehmende Verwendung physikalischer Methoden in der astronomischen Forschung dabei Berücksichtigung fand und sich auf diese Weise Impulse auf das untersuchte Wechselverhältnis ergaben, besonders zu beachten ist.[225]

[224] UAH, PA 4295, unpaginiert, Abschrift des Antrags der Naturwissenschaftlichen Fakultät vom 6. Juli 1938, Schreiben des Ministers vom 14. September 1938; Schreiben Behmanns vom 12. Juli 1939 mit 7 Anlagen; Beurteilung der Naturwissenschaftlichen Fakultät vom 14. Juli 1939, Schreiben des Rektors vom 28. Juli 1939

[225] Für die Entwicklung der Hallenser Astronomie für die Zeit bis 1890 vgl. Schlote/Schneider 2009, Kap. 4.

Nachdem die Hoffnung der Philosophischen Fakultät, durch die Habilitation von Ernst von Rebeur-Paschwitz (1861 – 1895) wieder eine angemessene Vertretung der Astronomie an der Universität zu erhalten, durch dessen Erkrankung sehr ungewiss geworden war, ergab sich nach dem Tod von Rosenberger im Januar 1890 akuter Handlungsbedarf. In dem vorangegangenen Jahrzehnt war die Astronomie bereits vakant gewesen, da Rosenberger aus Altersgründen offiziell von seinen Vorlesungsverpflichtungen entbunden war. Die mögliche Neubesetzung bot die Chance zu einem Neuanfang und der Kurator forderte die Fakultät unverzüglich zur Stellungnahme auf, wie es mit dem astronomischen Unterricht gehalten werden solle. In der Fakultätssitzung vom 11. Februar 1890 trug der Dekan das Beratungsergebnis einer hauptsächlich aus den Ordinarien für Physik und Mathematik gebildeten Kommission vor, dem sich die Fakultät nach eingehender Diskussion anschloss.

> «Für die hiesige Universität ist eine Erweiterung des astronomischen Unterrichts unbedingt wünschenswert, nicht sowohl, um Astronomen selbständig auszubilden, sondern um den hier Studierenden der Naturwissenschaften und Lehrern Gelegenheit zu geben, nicht nur theoretische astronomische Vorlesungen zu hören, sondern auch die Methode astronomischer Beobachtungen genauer kennen zu lernen.»

Einstimmig wurde beschlossen, die Berufung eines Extraordinarius für Astronomie im Ministerium zu beantragen und darauf hinzuweisen, dass

> «unter den vorliegenden Verhältnissen die Berufung [...] nur von Wert sein könne, wenn von der Regierung zugleich bedeutendere Mittel aufgewendet würden, um die nötigen Beobachtungsmittel zu beschaffen.»[226]

In dem Schreiben an den Kurator wurde die Aussage noch deutlicher formuliert und die Erweiterung des astronomischen Unterrichts «nicht nur für wünschenswerth, sondern sogar für nothwendig» erklärt.[227]

Der Kurator unterstützte nachdrücklich das Anliegen der Fakultät und fügte noch das von den beiden führenden Berliner Astronomen Arthur

[226] UAH, Rep. 21, III, Nr. 24, unpaginiert, Protokoll der Fakultätssitzung vom 11. Februar 1890, Pkt. 5.
[227] UAH, Rep. 6, Rep. 2085, Bl. 3

Auwers (1838 – 1915) und Wilhelm Foerster (1832 – 1921) eingeholte Gutachten an. Dieses charakterisierte die Überlegungen der Fakultät «als durchaus wohlbegründet und mit einer einzigen Ausnahme allseitig zutreffend». Abweichend von der Fakultät forderten sie von dem künftigen Stelleninhaber nicht, seine Forschung auf praktische astronomische Aufgaben auszurichten, sondern akzeptierten auch eine Schwerpunktsetzung auf Seiten der Theorie, wenn der Betreffende «eine eingehende praktische Durchbildung und Uebung erlangt» habe. Auf «die Errichtung einer wirklich und berufungsmäßig astronomischen Stelle an der Halle'schen Universität» legten sie «auch im besonderen Interesse der Astronomie Werth», da es in Preußen wie im übrigen Deutschland «an den kleineren selbständigen astronomischen Stellungen» empfindlich mangele, diese aber einen wichtigen Zwischenschritt zu den leitenden Stellungen an den großen Sternwarten darstellten. Sie begründeten, die Ansicht der Fakultät bestätigend, die Notwendigkeit eines Neubaus der Sternwarte und äußerten sich zu deren Ausstattung.[228] Bei der Bearbeitung der Angelegenheit wurde jedoch im Wissenschaftsministerium festgestellt, dass die von Rosenberger besetzte außerordentliche Professur für Astronomie im Etat als künftig wegfallend bezeichnet war, was man im Ministerium wohl zunächst übersehen hatte. Somit war der astronomische Unterricht in Halle jetzt gänzlich unvertreten. Dies veranlasste den Minister im Juni 1890, im Finanzministerium die Neueinrichtung eines entsprechenden Extraordinariats zu beantragen. Er unterstützte das Anliegen der Hallenser Philosophischen Fakultät und folgte deren Argumentation, dass es nicht darum ginge, in Halle eigentliche Astronomen auszubilden, sondern den Studierenden der Naturwissenschaften und künftigen Lehrern die astronomischen Objekte und die Methoden der astronomischen Beobachtungen näher zu bringen und so «das Interesse für exakte Forschung anzuregen und demselben eine breitere naturwissenschaftliche Basis zu gewähren.»[229]

Das dringende Bedürfnis für dieses Extraordinariat untermauerte er mit den Hinweis auf Halles Position als zweitgrößte Universität des preußischen Staates und die in Halle besonders hohe Zahl von Lehrerstudenten. Gleichzeitig bemühten sich einige Mitglieder der Fakultät mit Vertretern der Baubehörde und dem Kurator Schrader um

[228] UAH, Rep. 6, Rep. 2085, Bl. 5 – 9
[229] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XVII, Bl. 84 – 84v

ein geeignetes Grundstück für den Sternwartenneubau, doch konnten weder ein Kauf-, noch ein akzeptabler langfristiger Pachtvertrag erreicht werden. Da sich das Finanzministerium ablehnend zur beantragten Neueinrichtung des Extraordinariats verhielt, verfügte der Minister im Mai 1891, dass von der Errichtung einer Sternwarte zur Zeit Abstand genommen werden müsse, und forderte eine neue Stellungnahme der Fakultät, wie für eine Vertretung der mathematischen Astronomie in Halle gesorgt werden könne.[230] Die Fakultät bekräftigte jedoch auf ihrer Sitzung vom 28. Juli 1891 ihren früheren Antrag und hob ergänzend hervor, dass sie eine Berufung nur für das Gebiet der mathematischen Astronomie als nachteilig für «eine vollständige Vertretung des Faches in seinem ganzen Umfange» ansehe und es dann vorziehen würde, bis auf Weiteres einen der Professoren für Mathematik mit einem entsprechenden Lehrauftrag zu versehen. Ausdrücklich wurde in dem Bericht konstatiert, dass die Fakultät den Plan zum Neubau der Sternwarte durch die ministerielle Mitteilung nicht als grundsätzlich abgelehnt ansehe, und darauf verwiesen, dass die notwendigen Einrichtungen «mit einem nicht sehr großen Aufwand von Mitteln hergestellt werden» könnten.[231]

In der Beratung der Fakultät hatte sich Wangerin bereit erklärt, interimistisch Vorlesungen zur mathematischen Astronomie und zugleich die Aufsicht über die Instrumente zu übernehmen.[232] Er trug damit den seit etwa einem Jahr bestehenden Verhältnissen Rechnung, doch war diese Bereitschaft nicht uneingeschränkt. Knapp zwei Wochen vor der Fakultätssitzung hatte er beim Kurator eine Entschädigung für die übertragene Leitung der Sternwarte beantragt und im Falle einer Ablehnung um die Entbindung von diesen Pflichten zum 1. Oktober 1891 gebeten.[233] Interessanterweise hatte der Kurator sich bereits vor der Fakultätssitzung beim Minister für Wangerins Antrag eingesetzt und vorgeschlagen, Wangerin mit der Leitung der Sternwarte und der Durchführung einer im zweijährigen Rhythmus abzuhaltenden Vorlesung über die Elemente der Astronomie zu beauftragen und ihm

[230] UAH, Rep. 6, Nr. 2085, Bl. 29
[231] UAH, Rep. 6, Nr. 2085, Bl. 30
[232] UAH, Rep. 21, III, Nr. 24, unpaginiert, Protokoll der Fakultätssitzung vom 28. Juli 1891, Pkt. 2.
[233] UAH, PA 16648, Bl. 3

dafür eine Gehaltserhöhung zu gewähren, die ohnehin angezeigt sei.[234] Der Minister respektierte die Meinung der Fakultät insofern, als er den Antrag auf Einrichtung eines Extraordinariats beim Finanzministerium im August 1891 wiederholte. Er schränkte aber die Professur auf theoretische Astronomie ein, die keiner Sternwarte bedürfe. Auch dieser Antrag wurde abgelehnt. Daraufhin griff der Wissenschaftsminister den Vorschlag der Philosophischen Fakultät auf, einen Mathematiker mit den astronomischen Vorlesungen zu betrauen, und signalisierte dem Kurator seine Bereitschaft, Wangerin einen entsprechenden Auftrag zu erteilen, doch konnte er Wangerins mit ultimativen Bedingungen verknüpfte Erklärung nicht akzeptieren. Kurator Schrader sollte deshalb diesbezüglich mit Wangerin sprechen. Letzterer war schließlich «bedingungslos bereit», die Vorlesungen in mathematischer Astronomie und die Aufsicht über die astronomischen Instrumente zu übernehmen, und erhielt am 22. Dezember 1891 den entsprechenden ministeriellen Auftrag.[235] Im übrigen enthielt der Briefentwurf im Ministerium einen

Abbildung 3.10
Wilhelm Schrader, Kurator der Universität Halle-Wittenberg 1883 – 1903

[234] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XVII, Bl. 193, 204
[235] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XVII, Bl. 205, 219, 220

Vermerk zur Wiedervorlage der Akte zwecks einer Entschädigung für Wangerin.

Damit war die Entwicklung der Astronomie an der Hallenser Universität in eine Bahn gelenkt, die kaum eine Perspektive eröffnete und für längere Zeit kein Anschließen an die aktuelle Forschung ermöglichte. Die Fakultät und das Berliner Ministerium haben zumindest in den folgenden Jahren bis 1895 noch versucht, der Astronomie zu einer besseren Position zu verhelfen, indem jeweils die Mittel für die Einrichtung eines Extraordinariats im Finanzministerium beantragt wurden. Dabei hielt allerdings das Kultusministerium an seiner auf die theoretische Astronomie eingeschränkten Variante fest. Es verwies darauf, dass das Extraordinariat «nur in Folge von Mißverständnissen in Wegfall gekommen» und die theoretische Astronomie an den Universitäten allgemein stiefmütterlich bedacht sei.[236] In der Etatanmeldung für das Jahr 1896 fehlte dann die Astronomie, möglicherweise weil die vollständige Vertretung der Chemie stärker in den Vordergrund trat. Die Philosophische Fakultät scheint ebenfalls ihre Prioritäten entsprechend verschoben und zunächst keine weitere Initiative zu Gunsten der Astronomie ergriffen zu haben.

Eine Änderung der Situation wurde durch Hugo Buchholz und seinen Antrag, sich für Astronomie habilitieren zu dürfen, eingeleitet. Buchholz hatte an der Universität Jena Naturwissenschaften und dann an den Universitäten Berlin, Kiel und München Astronomie und Mathematik studiert und war an letzterer im Sommersemester 1895 mit einer Arbeit zur Japetusverfinsterung durch den Saturn promoviert worden. Danach hatte er sich bei seinem Onkel Hugo Gyldén (1841 – 1896) in Stockholm mit der absoluten Bahntheorie beschäftigt und war schließlich drei Jahre Assistent an der Göttinger Sternwarte gewesen. In seiner Habilitationsschrift berechnete er mit Hilfe der Gyldén'schen Theorie die Störungen eines kleinen Planeten durch den Planeten Jupiter. Wangerin schätzte die Arbeit als «eine tüchtige wissenschaftliche Leistung» ein, die eine Reihe neuer Ergebnisse enthielt und empfahl die Zulassung zu den weiteren Habilitationsleistungen. Außerdem erwähnte er die grundlegende Neubearbeitung von Klinkerfues' Buch *Theoretische Astronomie* und die beiden anderen von

[236] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XVIII, Bl. 51 – 52, 69, 172v, 194

Buchholz vorgelegten Arbeiten sowie ein Empfehlungsschreiben von dessen Lehrer Hugo Seeliger (1849 – 1924).[237] Am 10. Juli 1901 konnte dann der Dekan der Philosophischen Fakultät dem Minister über den Kurator mitteilen, dass Buchholz alle notwendigen Leistungen erbracht und seine Antrittsvorlesung als Privatdozent gehalten habe und damit in den Lehrkörper eingetreten sei.[238] Nach mehr als einem Jahrzehnt war damit die Astronomie an der Hallenser Universität wieder durch einen Fachvertreter repräsentiert. Buchholz übernahm in den folgenden Jahren weitgehend die zugehörigen Vorlesungen. Der Minister unterließ es jedoch, die mit Wangerin getroffene Vereinbarung aufzuheben und Buchholz die Verantwortung über die Lehre dieses Fachgebietes und die Aufsicht über die astronomischen Apparate zu übertragen. Die daraus resultierende Abhängigkeit Buchholz' von Wangerin dürfte auch ein Grund für die späteren Auseinandersetzungen gewesen sein.[239]

Mit der Habilitation von Buchholz scheint auch die Frage des Sternwartenneubaus wieder in den Blick der Fakultätsmitglieder gerückt zu sein. Im Januar 1902 wandte sich Wangerin in dieser Angelegenheit an den Kurator. Er erklärte, dass das Bedürfnis für eine neue Sternwarte durch die gestiegene Zahl der Studierenden in Mathematik weiter gewachsen sei. Außerdem mache die neue Prüfungsordnung für Lehrer an höheren Schulen durch die Einführung des Faches der angewandten Mathematik die Ausweitung «der Vorlesungen nach der praktisch-astronomischen Seite hin nothwendig».[240] Letzteres war ein sehr gewichtiges Argument, wobei die astronomischen Vorlesungen nur einen Teilaspekt darstellten und gegenüber der Sicherung der mathematischen Komponente in den Hintergrund traten. (Vgl. Abschnitt 3.1, S. 34 f. und Abschnitt 3.2) In den folgenden Jahren erhielt die Hoffnung auf einen Neubau der Sternwarte neue Nahrung durch die Möglichkeit zum Grundstückserwerb für die Universität. Die Verhandlungen erwiesen sich als schwierig und zogen sich über fast zehn

[237] UAH, Rep. 21, III, Nr. 144; unpaginiert, 5. Habilitation Buchholz, Bericht Wangerins über die Habilitationsschrift des Dr. Buchholz, 27. April 1901

[238] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. IX, Bl. 20

[239] In einem vermutlich im Januar 1921 geschriebenen Lebenslauf gab Buchholz an, seine Habilitation sei «gegen den Wunsch und Willen» Wangerins erfolgt. UAH, PA 5020, Bd. 2, unpaginiert, Lebenslauf Buchholz

[240] UAH, Rep. 6, Nr. 2085, Bl. 33

Jahre hin. Sie scheiterten letztlich und im Dezember 1912 teilte der Minister mit, dass davon abgesehen werden musste, eine Fläche des bisherigen domänenfiskalischen Klausberggeländes als Bauplatz für eine Universitätssternwarte verfügbar zu halten.[241] Die Bemühungen der einzelnen Gelehrten, Buchholz hatte beispielsweise 1904 einen Kostenvoranschlag für eine kleine Unterrichtssternwarte ausgearbeitet, blieben erfolglos. Überschattet wurden diese Anstrengungen durch die Auseinandersetzungen zwischen Buchholz und Wangerin bzw. Gutzmer.

Der erste Konflikt trat im Sommer 1905 zu Tage. In einem Schreiben an den Kurator bat Buchholz um die Erlaubnis, einige für die Übungen in geographischer Ortsbestimmung notwendige Geräte anschaffen zu dürfen, und beklagte, dass Wangerin ihm die Anschaffung der Geräte aus dem Fonds der Sternwarte verweigert habe. In diesem Zusammenhang berichtete er von Wangerins nachdrücklicher Aufforderung an ihn, im nächsten Semester die Vorlesung zur Geodäsie zu übernehmen. Dieses Gebiet wurde aber in der Prüfungsordnung ausdrücklich zur angewandten Mathematik gezählt, für die inzwischen Gutzmer berufen worden war. Buchholz wollte deshalb, falls Gutzmer wirklich auf die Fächer Geodäsie und Theorie der Ausgleichung der Beobachtungsfehler (Methode der kleinsten Quadrate) verzichtete, diese «nur auf besonderen Wunsch des Ministeriums neben der Astronomie» übernehmen.[242] Außerdem kritisierte Buchholz noch, dass Wangerin den Fonds der Sternwarte nicht für «die Beschaffung wichtiger moderner astronomischer Bücher», sondern eher für Literatur verwende, die für das Mathematische Seminar von Interesse sei, und «eine Selbstständigmachung der Astronomie an hiesiger Universität» grundsätzlich ablehne.[243] Der Kurator notierte auf dem Gesuch mit dem Datum vom 2. November, dass er die Angelegenheit mündlich erledigt habe, was sich aber vorrangig auf die Anschaffung der Instrumente, und nicht auf die Lösung des Problems bezogen haben dürfte. In einem 1921 verfassten Lebenslauf erwähnte Buchholz diesbezüglich, vom Kurator Meyer unterstützt worden zu sein, was aber zum «offene[n]

[241] UAH, Rep. 6, Nr. 2085, teilweise unpaginiert, Schreiben des Kultusministers vom 23. Dezember 1912

[242] UAH, Rep. 6, Nr. 1111, teilweise unpaginiert, Gesuch von Buchholz im August 1905

[243] UAH, Rep. 6, Nr. 1111, teilweise unpaginiert, Buchholz' Begleitbrief vom 13. August 1905, Gesuch von Buchholz im August 1905

völlige[n] Bruch» mit Wangerin geführt habe.[244] Zu Gutzmer bemerkte er in diesem Dokument, dass er «trotz aller erdenklichen Bemühungen meinerseits leider in den gleichen Gegensatz hereingezogen wurde, wie zu Herrn Professor Wangerin». Im Wintersemester 1905/06 hat Buchholz tatsächlich nochmals eine inzwischen zum Berufungsgebiet Gutzmers gehörige Vorlesung übernommen und neben den Grundlagen der astronomischen Bewegungslehre auch die Theorie der Ausgleichung der Beobachtungsfehler vorgetragen.

Es war in diesem Sinne nur folgerichtig, dass der Physiker Dorn und nicht Wangerin oder Gutzmer im Februar 1907 die Ernennung von Buchholz zum Professor vorschlug, zumal letzterer, wie Dorn hervorhob, nicht nur die theoretische Astronomie, sondern große Teile der angewandten Mathematik in Vorlesungen und Übungen dargeboten habe. Der Kurator unterstützte den Vorschlag, wobei er sowohl den großen Eifer und den anerkennenswerten Erfolg von Buchholz würdigte, als auch den Rückzug Wangerins von den astronomischen Vorlesungen konstatierte.[245] Dadurch offenbar angeregt, erneuerte die Philosophische Fakultät im November 1907 ihren Antrag auf «die Errichtung eines Extraordinariats für Astronomie und, als untrennbar damit verbunden, die Erbauung einer neuen kleinen Sternwarte».[246] Ohne Buchholz zu erwähnen, wurde von der seit vielen Jahren empfundenen bedauerlichen Lücke im Lehrplan gesprochen, um die zu schließen es eines Fachastronomen und der Einführung der Studierenden in astronomische Beobachtungen bedürfe. Die Bedeutung der Astronomie für die Ausbildung der künftigen Lehrer, insbesondere für das Lehrfach der angewandten Mathematik, bildete einen weiteren wichtigen Punkt zur Begründung des Antrags. Eine ebenso enge Verbindung wie zur Mathematik wurde der Astronomie dann zur Physik und Geographie bescheinigt, wobei die Argumentation sehr kurz gehalten war, mit dem Hinweis auf die praktische kolonialwissenschaftliche Verwertung aber einen gewichtigen politischen Aspekt enthielt. Da all diese Teilaufgaben

[244] UAH, PA 5020, Bd. 2, unpaginiert, Lebenslauf Buchholz. In dem Lebenslauf beschrieb Buchholz den Vorgang kurz und ohne genaue zeitliche Einordnung als ein Beispiel, wie Wangerin seine Aktivitäten, auch die praktische Seite der Astronomie zu fördern, behindert habe.

[245] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. IX, Bl. 235 – 237

[246] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXIV, Bl. 242

mit einer astronomischen praktischen Tätigkeit verknüpft waren, stellte die Existenz einer Sternwarte im Sinne einer Unterrichtssternwarte eine notwendige Voraussetzung dar. Das gegenwärtig als Sternwarte bezeichnete Gebäude verdiene diesen Namen nicht, sowohl wegen des baulichen Zustandes als auch wegen der völlig ungeeigneten Lage.[247]

Der Kurator verzögerte die Weiterleitung des Schreibens, da die für die Realisierung des Antrags notwendigen Etatanmeldungen in diesem Jahr nicht mehr erfolgen konnten. Zugleich wollte er die Vorschläge der Fakultät für die Neubesetzung der Professur für landwirtschaftliche Geräte- und Maschinenkunde abwarten, da dabei unter anderem die Frage zu klären war, ob die angewandte Mathematik in diese Professur mit einbezogen werden sollte, und somit Buchholz möglicherweise hätte berücksichtigt werden können. Die Fakultät plädierte in ihrem Bericht vom 31. Dezember 1907 für eine Trennung der bisher in dieser Professur vereinigten heterogenen Wissenselemente, so dass der angewandten Mathematik in diesem Rahmen nur eine untergeordnete Rolle zukam und folglich Buchholz als Kandidat für die Neubesetzung überhaupt nicht zur Diskussion stand.[248] Der Kurator reichte im Januar 1908 die beiden Schreiben der Fakultät an das Ministerium weiter und schlug nun seinerseits für Buchholz die Vergabe eines Lehrauftrags für theoretische Astronomie mit der Zubilligung einer Remuneration vor. Zugleich stellte er sich mit dem Kommentar, dass die Einrichtung des Extraordinariats nur Sinn habe bei gleichzeitiger Erbauung einer brauchbaren Unterrichtssternwarte, letzteres aber einstweilen nicht möglich sei, faktisch gegen den Antrag der Fakultät.[249]

Zuvor, am 24. Dezember 1907, hatte der Wissenschaftsminister Buchholz' wissenschaftliche Leistungen durch die Verleihung des Prädikats «Professor» gewürdigt.[250] Eine solche Anerkennung waren auch das Stipendium, das Buchholz 1904 bis 1906 erhielt, sowie die Remunerationen in den folgenden Jahren. Bezüglich des Lehrauftrags bedurfte es eines erneuten Antrags des Kurators im November 1912, in dem er die ungerechte Benachteiligung des seit fast 12 Jahren erfolgreich lehrenden Buchholz gegenüber dem viel jüngeren Pfeiffer anmahnte, der bereits

[247] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXIV, Bl. 242 – 244
[248] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXIV, Bl. 209 – 213
[249] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XXIV, Bl. 241
[250] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. IX, Bl. 238

einen Lehrauftrag für angewandte Mathematik erhalten hatte.[251] Rückwirkend zum 1. Oktober 1912 erteilte dann der Minister am 23. Januar 1913 an Buchholz den Auftrag, Vorlesungen und soweit erforderlich auch Übungen in theoretischer Astronomie einschließlich der höheren Geodäsie zu halten. Letzterer nutzte die sich in diesem Zusammenhang bietende Chance, um eine grundsätzliche Klärung und Verbesserung seiner Stellung in der Fakultät herbeizuführen. Nach Abschluss der Verhandlungen im Ministerium wandte er sich am 18. Januar an den Kurator und legte ihm dar, dass er nur, wenn er unabhängig agieren könne und als einziger Astronom an hiesiger Universität anerkannt werde, etwas für das Ansehen der Universität und für sein Fachgebiet tun könne. Solange er aber nur eine Scheinvertretung ausübe und Wangerin die Aufsicht über die Sternwarte und die jährlichen Mittel behalte, würde die Entwicklung gehemmt werden.[252] Diesmal gelang Kurator Meyer die nötige Neuordnung der Zuständigkeit. Wangerin gab die Verwaltung des astronomischen Apparats ab und der Minister ermächtigte den Kurator am 30. Juli 1913, diese an Buchholz zu übertragen.[253] Nach mehreren Jahrzehnten hatte die Astronomie damit auch formal wieder die Repräsentanz durch eine eigene Lehrkraft erhalten.

Die folgenden Jahre vermitteln den Eindruck einer einvernehmlichen Lehr- und Forschungstätigkeit von Buchholz und den Ordinarien für Mathematik. Dies erwies sich jedoch als Täuschung, denn im Sommer 1916 kam es zu einem Eklat in Form einer von Buchholz im Ministerium vorgetragenen Beschwerde, durch die mathematischen Fachordinarien in der Ausübung seines astronomischen Lehrauftrages gehindert zu werden, die dieser zugleich in den einleitenden Bemerkungen zu seinem Buch *Angewandte Mathematik* öffentlich wiederholte. Buchholz schrieb, dass ihm, «dem einzigen astronomischen Fachvertreter an der Universität Halle, die vielen Jahre» seiner

> «akademischen Tätigkeit durch Herrn Prof. Gutzmer die Gelegenheit genommen wurde, das eigentliche Spezialgebiet der theoretischen Astronomie, die *analytische Mechanik*, in Vorlesungen

[251] GStA PK, Rep. 76, Va, Sect. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. II, Bl. 13

[252] UAH, PA 5020, Bd. 1, unpaginiert, Brief von Buchholz vom 18. Januar 1913

[253] GStA PK, Rep. 76, Va, Sect. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. II, Bl. 63; UAH, Rep. 6, Nr. 1111, unpaginiert, Antrag des Kurators vom 16. Juli 1913, Brief des Ministers vom 30. Juli 1913

> zu vertreten, sogar in solchen Semestern, in denen analytische Mechanik sonst nicht gelesen wurde»

und sprach von einem «sonst an einer preußischen Universität nicht übliche[n], förmliche[n] Unterrichtsverbot».[254] Er führte mehrere Argumente an, speziell die engen Beziehungen zwischen theoretischer Astronomie und analytischer Mechanik, die für erstere wie auch für die theoretische Physik und andere naturwissenschaftliche Disziplinen eine unverzichtbare Basis sei, um seinen Anspruch, auch die analytische Mechanik lehren zu dürfen, zu rechtfertigen und stellte außerdem Gutzmers Wirken für die angewandte Mathematik in Halle in Frage.[255] Der Minister forderte daraufhin am 29. Juli vom Kurator eine Stellungnahme zu den einzelnen Vorwürfen,[256] die dieser seinerseits von Gutzmer und Wangerin erbat. Hier soll der Streit nicht im Detail verfolgt werden, aber die Antwortschreiben der beiden Ordinarien enthielten einige allgemeinere Ansichten zum Verhältnis von Mathematik und Physik, die für die Untersuchung der Wechselbeziehung zwischen den beiden Gebieten von Interesse sind. Grundsätzlich wiesen beide die erhobenen Anschuldigungen als unsachgemäß strikt zurück.

Das Grundproblem war die Zuordnung der analytischen Mechanik, die beide als rein mathematische Disziplin charakterisierten und die daher ausschließlich zum Vorlesungsbereich der Mathematiker gehöre. In der analytischen Mechanik würden, so Wangerin, natürlich auch Aufgaben der Astronomie behandelt, aber dies als spezielle Anwendungen allgemeiner Theorien und ergänzt durch Beispiele ganz anderer Art, die nichts mit Astronomie zu tun hätten. Deshalb könne die Habilitation in Astronomie nicht von selbst die Berechtigung, analytische Mechanik vorzutragen, einschließen. Die theoretische Physik habe ebenfalls die Mechanik als Grundlage. Die für die Physik nötigen Abschnitte der Mechanik würden aber dort «in durchaus anderer Form und mit teilweise

[254] Buchholz 1916, S. XXIV, XXVI. In dem erwähnten Lebenslauf von 1921 berichtete Buchholz von der bereits 1908 erhobenen Forderung, über «die ‹Analytische Mechanik› Kolleg lesen» zu dürfen, was ihm «unter dem Vorwand, daß Mechanik nicht zu [seiner] venia legendi gehöre, abgeschlagen», ja von den Mathematikordinarien förmlich verboten worden sei. UAH, PA 5020, Bd. 2, unpaginiert, Lebenslauf Buchholz

[255] Buchholz 1916, S. XXII – XXVI

[256] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. III, Bl. 89

ganz anderem Inhalt als in der analytischen Mechanik» vorgetragen. Der

> «Schwerpunkt liegt hier auf den physikalischen Begriffen, während der Mathematiker sein Augenmerk hauptsächlich auf die mathematischen Fragen und Ergebnisse richtet.»[257]

In einem zweiten, privaten Brief an den Kurator übte Gutzmer noch sehr deutliche Kritik an den mathematischen Leistungen von Buchholz und wies auf einige Fehler und Fehlschlüsse in dessen Arbeiten hin, wie sie Nichtmathematikern häufiger unterliefen. Zugleich sah er eine wichtige Ursache für den beschränkten Erfolg der astronomischen Vorlesungen, auch der theoretischen, in der fehlenden Ergänzung derselben durch praktische Tätigkeit, speziell astronomische Beobachtungen. Schließlich nannte Gutzmer verschiedene Aktivitäten, die er zur Förderung der Astronomie bzw. von Buchholz im vergangenen Jahrzehnt ergriffen habe.

In seiner Antwort an das Ministerium bemühte sich Kurator Meyer am 7. September 1916, beiden Parteien gerecht zu werden. Zutreffend bemerkte er, dass Buchholz die Philosophische Fakultät bezüglich der Zuordnung der analytischen Mechanik zu den mathematischen Vorlesungen bisher nicht angerufen habe, da er sich «bei der ihm bekannten ablehnenden Haltung der mathematischen Ordinarien» davon keinen Erfolg versprach, zumal die Astronomie in der Fakultät nicht vertreten sei.[258] Die von Gutzmer genannten Maßnahmen zur Unterstützung der Astronomie beurteilte er teilweise als Versuche, Buchholz «anderswo anzubringen». Bei wohlwollender Förderung hätte man an Buchholz' Vorlesung zur analytischen Mechanik keinen Anstoß nehmen müssen. Ansonsten habe wohl das trotz eifrigen Bemühens stagnierende Vorwärtskommen sowie «das Gefühl der hiesigen Zurücksetzung» in Buchholz die «bekannte Privatdozenten-Erbitterung» erzeugt und ihn zu der Beschwerde veranlasst.[259]

---

[257] UAH, PA 5020, unpaginiert, Brief Gutzmers vom 22. August 1916; vgl. ebenda den Brief Wangerins vom 26. August 1916 und den nachfolgend erwähnten Brief Gutzmers vom 19. August 1916

[258] Der Kurator bezog sich hier auf die «engere» Fakultät, die nur die Ordinarien umfasste.

[259] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. III, Bl. 239

Wenige Wochen später erläuterte Buchholz in einem Brief an die Philosophische Fakultät, warum er dem Rat zweier ihrer Mitglieder folgend, sie bisher nicht um Beistand gebeten habe, und ersuchte sie nun, seine «Fachvertretung vor fremden Einsprüchen von astronomisch nicht competenter Seite zu schützen und ihr, dem Interessse der Universität entsprechend, diejenige Selbständigkeit academisch zu sichern,» die eine allseitige Repräsentanz des Faches ermögliche.[260] Buchholz verwies auf den von Gutzmer und Wangerin 1908 verhinderten Vorschlag der Fakultät, für eine astronomische Fachvertretung zu sorgen, sowie den ihm von Dorn und Conrad gegebenen Rat, auf eine Einbeziehung der Fakultät zu verzichten, da die beiden Mathematiker als seine «persönlichen Gegner» stets eine für ihn negative Entscheidung herbeiführen würden. Die Fakultät lehnte in ihrer Sitzung vom 7. Dezember 1916 unter formalem Bezug auf die Fakultätsstatuten ab, einen Privatdozenten zur Vertretung eines Spezialfaches aufzunehmen.[261]

Ein Jahr später reagierte der Minister nochmals auf die Angelegenheit. Für ihn war die Zuordnung der analytischen Mechanik eine von Sachverständigen unterschiedlich beantwortete Frage, doch entspreche die Hallenser Praxis der überwiegenden Ansicht. Buchholz hätte folglich «nach der ortsüblichen Praxis eine Erweiterung seiner Venia beantragen», zumindest aber trotz der ungünstigen Situation erst den Dienstweg beschreiten und die ministerielle Vermittlung anrufen müssen, bevor er eine öffentliche Beschwerde führte. Trotzdem erkannte der Minister an, dass Buchholz durch verschiedene Widrigkeiten in seiner Karriere beeinträchtigt worden sei und war bei Zustimmung der Fakultät bereit, diesen zum Extraordinarius mit Lehrauftrag für theoretische Astronomie zu ernennen.[262] Die Philosophische Fakultät lehnte den Vorschlag in ihrer Sitzung am 3. Januar 1918 strikt ab. Buchholz könne höchstens den genannten Lehrauftrag erfüllen, die Fakultät strebe aber eine Vertretung der praktischen Astronomie an, für die er keinesfalls in Frage käme. Zugleich sah sie durch diese Berufung die baldige Befriedigung ihres Bedürfnisses stark gefährdet. Außerdem sei der Zeitpunkt höchst ungünstig, denn die notwendige Rüge von Buchholz würde mit einer

[260] UAH, Rep. 21, III, Nr. 69, Bl. 238 – 239.
[261] UAH, Rep. 21, III, Nr. 69, Bl. 242 – 243
[262] UAH, PA 5020, Bd. 1, unpaginiert, Brief des Ministers vom 14. November 1917

Belobigung kombiniert und faktisch in ihr Gegenteil verkehrt.[263] Dieses letzte Argument unterstützte auch der Kurator in seinem Begleitbrief. Ansonsten interpretierte er die Darlegungen als sachliche Zustimmung, denn sollte es wirklich zu der dringend notwendigen praktischen Ausgestaltung der Astronomie kommen, würde Buchholz als Extraordinarius nicht mehr denn als Privatdozent stören. Er schlug vor, jetzt zunächst auf die ungerechtfertigte Beschwerde zu reagieren und die Beförderung etwas später auszusprechen.[264] Der Minister billigte dieses Vorgehen und Kurator Meyer übermittelte Buchholz am 6. März 1918, die vom Minister geäußerten Argumente genau darlegend, die Ablehnung der Eingabe. Die Berufung erfolgte dann fast ein halbes Jahr später, am 26. August.[265] Dies brachte zwar für Buchholz einen Teil der erstrebten Anerkennung, verschärfte aber den Konflikt mit der Fakultät, da zahlreiche ihrer Mitglieder darin ein Ignorieren ihrer Meinung durch den Minister sahen.

Die Situation änderte sich in den wenigen, bis zu Buchholz' Tod im November 1921 verbleibenden Jahren nicht mehr und Buchholz gelang es nicht, eine größere Wirksamkeit zu erreichen. Sein Gesuch, das außerplanmäßige Extraordinariat in ein planmäßiges umzuwandeln, wurde im November 1920 in Anbetracht der schwierigen Finanzlage abgelehnt.[266] Ein Jahr zuvor hatte die Philosophische Fakultät in ihrer Stellungnahme zu der Umwandlung der Extraordinariate in Ordinariate die Professur für Astronomie zu jenen gezählt, «die sich zwar der Sache, nicht aber der Persönlichkeit nach für eine Umwandlung eignen oder wo bestimmte Umstände dies verbieten», und die Schaffung eines Ordinariats nahezu untrennbar mit der Errichtung einer Sternwarte verknüpft.[267] Angesichts dieses Votums und der bereits mehrfach dokumentierten ablehnenden Haltung der Philosophischen Fakultät zu einer Berufung von Buchholz blieb dem Minister nur die Ablehnung

[263] UAH, Rep. 21, III, Nr. 30, unpaginiert, Protokoll der Fakultätssitzung vom 3. Januar 1918, Pkt. 4; UAH, Rep. 21, III, Nr. 61, unpaginiert, Brief des Dekans vom 4. Januar 1918

[264] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. 4, Nr. 48, Vol. III, Bl. 268

[265] UAH, PA 5020, Bd. 1, unpaginiert, Brief des Kurators vom 6. März 1918, Brief des Ministers vom 26. August 1918

[266] UAH, PA 5020, Bd. 2, unpaginiert, Brief des Ministers vom 6. November 1920

[267] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. 4, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 80v – 81

von dessen Gesuch, woran auch ein Schreiben von Albert Einstein nichts ändern konnte.

Einstein hatte sich in dem Brief vom 30. Juli 1920 nachdrücklich für Buchholz eingesetzt, mehr Aufmerksamkeit für die Astronomie in Deutschland gefordert, um international nicht noch mehr in Rückstand zu geraten, und es als «außerordentlich dringend» erachtet, «dass dem Provisorium in Halle ein Ende gemacht wird».[268] Zu den Auseinandersetzungen mit Wangerin und Gutzmer, Buchholz erneuerte seine Vorwürfe 1920 bei der Herausgabe von Boltzmanns *Elastizitätstheorie und Hydromechanik* im Vorwort[269], waren schließlich noch umfangreiche, teilweise öffentlich geführte, private Streitigkeiten sowie längere Krankheit und zeitweise verstärkter Alkoholgenuss gekommen.

Mit dem Tod von Buchholz verlor die Astronomie jeglichen offiziellen Vertreter an der Hallenser Universität. Im März 1923 übernahm Gutzmer auf Wunsch des Kurators vertretungsweise die Leitung der Sternwarte. Er erstellte einen ausführlichen Bericht über den sehr desolaten Zustand der Sternwarte und regte unter anderem an, zur Sicherung der Instrumente und Bücher diese im Physikalischen Institut bzw. in der Universitätsbibliothek unterzubringen sowie dem Assistenten Oswald Jahn mitzuteilen, dass dessen Tätigkeit mit der Überführung der Instrumente und Bücher hinfällig werde. Der Kurator folgte diesen Vorschlägen und traf die nötigen Anordnungen.[270] Am 9. August informierte Gutzmer den Kurator über die Räumung der Sternwarte und den Verbleib der Instrumente und Bücher sowie einzelner brauchbarer Einrichtungsgegenstände. Mit der Übergabe der «offenbar äusserst lückenhaft [en]» Akten der Sternwarte betrachtete er seine «Tätigkeit als

[268] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. 4, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 182

[269] Buchholz 1920, S. VIII. Buchholz vermerkte unter anderem, dass die «literarische Tätigkeit über die höhere Mechanik» ihn «das Lehrverbot verschmerzen» ließe und «der mathematische Ordinarius seine Amtsgewalt dazu gebraucht, einen allgemeinen Gegenstand zu monopolisieren».

[270] UAH, Rep. 6, Nr. 1111, unpaginiert, Brief des Kurators vom 18. März 1923, Brief Gutzmers vom 22. März 1923, Anordnung des Kurators an den Direktor des Physikalischen Instituts, an den Direktor der Universitätsbibliothek etc. Am 7. März hatte Jahn auf eine Anfrage des Kurators mitgeteilt, dass das einzige wertvollere Instrument, das Meridianinstrument, «während der Kriegszeit ein Opfer der Metallsammlung geworden wäre». UAH. Rep. 6, Nr. 1111, unpaginiert, Brief von Jahn vom 7. März 1923

stellvertrender [sic!] Leiter» derselben als abgeschlossen.[271] Dies stellt faktisch das Ende der Astronomie in Halle dar.

Der Fonds für die Sternwarte blieb noch lange erhalten und wurde in den folgenden Jahren von verschiedenen Institutionen beansprucht. Im März 1925 bat der Direktor der Universitätsbibliothek, ihm «wenigstens einen größeren Teil dieses Betrages [...] zur Neukatalogisierung und Weiterführung der Bibliothek der Sternwarte» zuzuweisen, die er als eine «im Laufe von 2 Jahrhunderten gesammelte wertvolle Fachbibliothek» charakterisierte, die aber im «Zustand gänzlicher Verwahrlosung und Unordnung» übernommen worden sei.[272] Mehrfach erhielt die Abteilung für Pflanzenbau und Meteorologie der Landwirtschaftlichen Institute aus dem Fonds Geld für die meteorologische Station. Auch ein Umbau des Sternwartenturms als Berieselungsanlage für den Botanischen Garten wurde Mitte und Ende der 1920er Jahre geprüft, dann aber zu Beginn der Weltwirtschaftskrise als z. Z. aussichtslos zurückgestellt. 1928 und ab 1932 noch mehrmals bat jeweils der Direktor des Mathematischen Seminars um die Zuweisung der Mittel bzw. eines Teils von ihnen, um unter anderem die Bibliothek des Seminars mit astronomischen Werken zu ergänzen.[273]

Der Einfluss der Astronomie auf die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik an der Hallenser Universität war im ganzen hier betrachteten Untersuchungszeitraum sehr gering. Mehr als zwei Jahrzehnte war die Astronomie überhaupt nicht vertreten, ein weiteres Jahrzehnt nur durch einige von dem Mathematiker Wangerin gehaltene Vorlesungen. Ohne die schwierige Lage der Universität Halle-Wittenberg in Preußen zu verkennen, kann festgestellt werden, dass Wangerin, später im Verein mit Gutzmer, die Möglichkeiten zur Förderung der Astronomie nicht ausschöpfte. Beide begnügten sich mit deren angemessener Berücksichtigung als Teilgebiet der angewandten Mathematik. Das Wirken von Buchholz war schließlich durch die starken persönlichen Differenzen zu den beiden Mathematikern belastet. Von der fachlich

[271] UAH, Rep. 6, Nr. 1111, unpaginiert, Brief Gutzmers vom 9. August 1923

[272] UAH, Rep. 6, Nr. 1111, unpaginiert, Brief des Direktors der Universitätsbibliothek vom 17. März 1925

[273] UAH, Rep. 6, Nr. 1111, unpaginiert, Briefe des Direktors des Mathematischen Seminars vom 23. Februar 1928, vom 30. Mai 1932, vom 29. April 1933 und vom 27. Mai 1935

inhaltlichen Seite her hat er mit seiner Monographie zum mechanischen Potential, in der er sowohl die mathematische Theorie bereitstellte, als auch deren Anwendung auf astronomische und geodätische Probleme demonstrierte, durchaus einen beachtenswerten Beitrag zur Gestaltung der genannten Wechselbeziehungen geleistet. (Vgl. Abschnitt 6.4, S. 231) Es deutet sich jedoch an, dass die starke Orientierung auf die durch die neue Prüfungsordnung für Lehrer höherer Schulen von 1898 in den Blickpunkt gerückte angewandte Mathematik gewisse einschränkende Aspekte für dieses Wechselverhältnis hervorbrachte.

4 Der Weg des Physikalischen Instituts in die Moderne

Mit der Übergabe des neuen Physikalischen Instituts am 16. Mai 1890 erhielten die Hallenser Physiker nach langer Zeit gute, dem Entwicklungsstand der Zeit entsprechende Lehr- und Forschungsbedingungen, wobei auch die theoretische Physik eine angemessene Berücksichtigung gefunden hatte.[274] Mit 296 239,51 Mark waren die Gesamtkosten für den Bau um rund 4000 Mark überschritten worden, was wesentlich durch eine um sechs Monate längere Bauzeit verursacht wurde.[275] Direktor des Instituts war der Ordinarius für Physik Hermann Knoblauch, der eine wichtige treibende Kraft des Bauprojektes gewesen war und über ein Jahrzehnt um die Genehmigung und dann um die Realisierung des Baus gerungen hatte. Neben ihm wirkten noch Ernst Dorn, Karl Schmidt sowie Carl Sebastian Cornelius (1820 – 1896) am Institut. Dorn lehrte seit dem Sommersemester 1886 als Ordinarius für theoretische Physik und hatte sich bereits in seinen Berufungsverhandlungen unter anderem um eine Beschleunigung des Institutsneubaus bemüht und die eigentliche Bauphase wesentlich mitgestaltet. Schmidt hatte sich erst im Juli 1889 für das Gebiet der Physik habilitiert. Cornelius wirkte seit 1850 als Privatdozent in Halle, war 1880 zum Extraordinarius berufen worden und nahm eine «Doppelstellung als Physiker und Philosoph» ein, die aber von mehreren Kollegen kaum anerkannt wurde.[276] Im Folgenden

[274] Für einen Überblick über den Bau des Physikalischen Instituts und den Stand der Hallenser Physik in jenen Jahren vgl. [Hergert 1990] und die Darstellung in [Schlote/Schneider 2009].

[275] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. XIX, Nr. 23, Vol. II, unpaginiert, Brief des Regierungspräsidenten zu Merseburg vom 29. März 1892

[276] Zum Wirken von Cornelius vergleiche die Ausführungen in [Schlote/Schneider 2009], insbesondere S. 121 – 125, 130 f. und 266 – 277.

soll die weitere Entwicklung des Lehrkörpers in dem neuen Institut untersucht werden.[277]

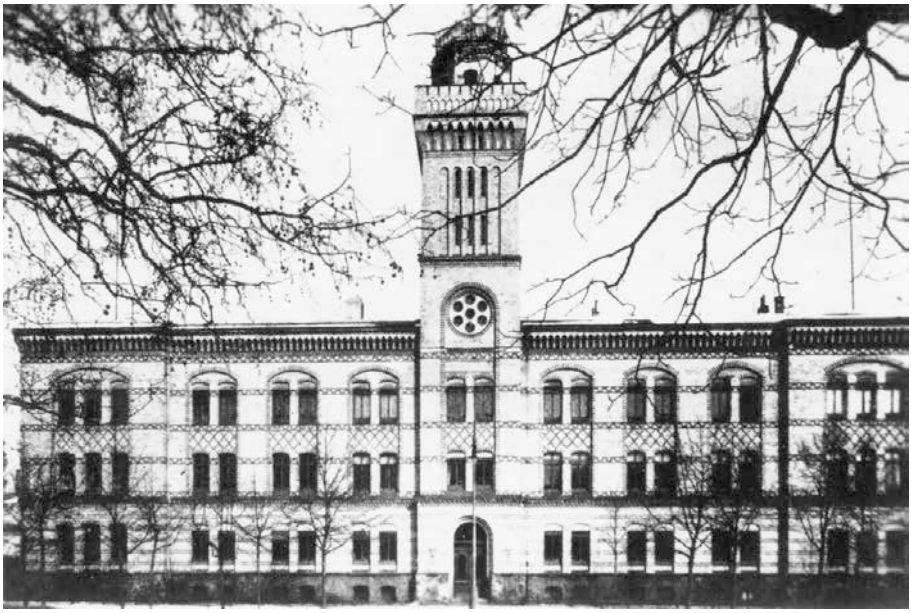


Abbildung 4.1 Neubau des Physikalischen Instituts Halle, erbaut 1887 – 1890

4.1 Das Physikalische Institut unter der Leitung von Ernst Dorn

Als Direktor des Instituts konnte Knoblauch nur für wenige Jahre die Früchte seiner Bemühungen genießen, denn er war den Anstrengungen des Lehrbetriebs nicht mehr gewachsen und musste sich nach einer schweren Rippenfellentzündung für das Sommersemester 1893 und die beiden folgenden Semester beurlauben lassen. Auch danach nahm er, insbesondere auf Drängen der Ärzte, die Vorlesungstätigkeit nicht wieder auf. In dieser Situation hatte der Kurator bereits im April 1894 die Errichtung eines Ersatzordinariats für die Knoblauch'sche Stelle

[277] Eine Übersicht über die im Untersuchungszeitraum in der Lehre von Mathematik und Physik tätigen Dozenten befindet sich am Ende des Buches.

im Ministerium zur Sprache gebracht. Für den Fall, dass Knoblauch Lehrverpflichtungen im größeren Umfang nicht wieder übernehmen könnte, sollte ein gerade vakantes Extraordinariat, das früher mit einem Mathematiker, dann aber anderweitig besetzt worden war und nun von den Mathematikern zurückgefordert wurde, für die Physik verwendet werden.[278] Im Kultusministerium wurde die Anregung aufgegriffen und bei der Finanzplanung für das folgende Jahr die Einrichtung eines Ersatzordinariats beantragt, was auch genehmigt wurde.[279] Als Knoblauch für das Wintersemester 1894 um eine weitere Beurlaubung bitten musste, setzte sich der Kurator Schrader mit dem behandelnden Arzt in Verbindung und legte dem Minister aufgrund der erhaltenen Diagnose die Notwendigkeit dar, Knoblauch zu einem Gesuch um Entbindung von seinen Pflichten zu bewegen. Falls Knoblauch zum nächsten Sommersemester zurückträte, würde Dorn seine Stelle übernehmen und es wäre eine Ersatzprofessur für theoretische Physik zu schaffen.[280] Mit der Genehmigung des Ministers konnte Schrader «in schonender Weise» mit Knoblauch verhandeln und ihn ohne große Schwierigkeiten zum Rücktritt aus dem Amt zum 1. April 1895 bewegen. Er setzte sich zugleich dafür ein, dass die wenigen von Knoblauch geäußerten Bedingungen, insbesondere die weitere Nutzung der Dienstwohnung, erfüllt wurden. Der Minister versetzte am 15. Dezember 1894 Knoblauch zum 1. April des kommenden Jahres in den Ruhestand, akzeptierte stillschweigend die Nutzung der Dienstwohnung und beauftragte den Kurator, die übrigen Dinge im Einvernehmen zwischen Knoblauch und Dorn zu regeln, da er aus juristischen Gründen keine Festlegungen zu Gunsten Knoblauchs treffen konnte.[281]

Die Philosophische Fakultät stimmte Dorns Wechsel auf den Lehrstuhl für Experimentalphysik zu und nannte ihn in ihrem Bericht an den Minister als einzigen Kandidaten für diese Stelle. Weiterhin erachtete sie es für das Gedeihen der Physik an der Hallenser Universität für notwendig, die theoretische Physik durch ein Extraordinariat mit festem

[278] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XVIII, Bl. 287
[279] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XVIII, Bl. 296, 332
[280] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XVIII, Bl. 349 – 353
[281] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XVIII, Bl. 363 – 364. Die vorausgegangenen Schreiben des Kurators und die Erklärungen von Knoblauch und Dorn siehe ebenda, Bl. 355 – 359, 361 – 362.

Lehrauftrag vertreten zu sehen. Für diese Stelle schlug sie den Privatdozenten Schmidt vor, der in den letzten Jahren, speziell bei Knoblauchs Beurlaubung, erfolgreich Vorlesungen zur theoretischen Physik absolviert hatte. In seinen Forschungen war Schmidt vor allem mit Arbeiten zur Optik, zur elektrischen Leitung tierischer Gewebe und zur Photographie bekannt geworden, doch beurteilte die Fakultät seine Leistung nicht als so außergewöhnlich, als dass nicht noch andere junge Forscher für die Berufung in Frage kämen. Sie nominierte deshalb gleichwertig an zweiter Stelle die Privatdozenten Friedrich Pockels (1865 – 1913) von der Göttinger Universität und Franz Richarz (1860 – 1920) aus Bonn.[282] Der Kurator gab in seinem Begleitschreiben Schmidt den Vorzug vor den beiden anderen Kandidaten und nach Abschluss der Berufungsverhandlungen sprach der Minister am 11. Februar 1895 die Ernennung von Dorn und am 27. Februar die entsprechende von Schmidt aus.[283]

Probleme bereitete noch die Nutzung der physikalischen Sammlung, da hierfür Schmidt das Recht beanspruchte, dies ohne Absprache mit dem Institutsdirektor tun zu können. Vom Kurator unterstützt, setzte Dorn unter Hinweis auf die ihm obliegende Aufsichtspflicht durch, dass die Benutzung nur nach vorheriger Verständigung mit ihm geschehen könne, er dies aber großzügig gewähren werde. Die entsprechende, vom Kurator am 5. April nach Rücksprache mit dem Ministerium getroffene Festlegung, die auch die Raumverteilung im Institut regelte und Schmidt einen kleinen Fonds zur selbständigen Verwendung zubilligte, erwies sich als tragfähiger Kompromiss, denn aus den folgenden Jahrzehnten sind keine diesbezüglichen Auseinandersetzungen zwischen Dorn und Schmidt aktenkundig.[284]

Im übrigen bestätigte sich die vorausschauende Handlungsweise des Kurators zur kontinuierlichen Fortführung des physikalischen Lehrbe-

[282] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XIX, Bl. 24 – 25; vgl. auch UAH, Rep. 21, III, Nr. 53, unpaginiert, Schreiben der Philosophischen Fakultät vom 28. Januar 1895

[283] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XIX, Bl. 23, 29, 35; UAH, PA 5508, Teil 2, Bl. 17; PA 13954, unpaginiert, Schreiben des Kultusministers vom 27. Februar 1895

[284] UAH, PA 5508, Teil 1, unpaginiert, Schreiben Schmidts vom 12. März 1895, Schreiben Dorns vom 13. März, Schreiben des Ministers vom 27. März, Schreiben des Kurator vom 5. April 1895

triebs, denn Knoblauch verstarb bereits am 30. Juni 1895. Trotzdem war es zu einer Schwächung der theoretischen Physik gekommen, denn sie war nun nur durch ein Extraordinariat repräsentiert. Die Protokolle der Fakultätssitzung bzw. der Berufungskommission aus dieser Zeit enthalten keinen Hinweis, dass überhaupt erwogen wurde, zu versuchen, das Ordinariat für theoretische Physik zu erhalten.

Nach langer Zeit konnte die Philosophische Fakultät im Sommer 1898 wieder eine Habilitation vermelden. Max Roloff (1870 – 1915) beantragte im Februar die Zulassung zur Habilitation für Physik. Er hatte in Berlin und dann bei Walther Nernst (1864 – 1941) in Göttingen Physik und Chemie studiert und war an letzterer Universität im November 1893 mit einer Arbeit zur photochemischen Wirkung in Lösungen promoviert worden. Danach forschte er bis zum April 1897 als Assistent von Nernst hauptsächlich in dem neuen Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie sowie einige Monate an der Technischen Hochschule Aachen. Im Gutachten zur Habilitationsschrift *Über Lichtwirkungen* bescheinigte Dorn, dass die Deutung der Beobachtungstatsachen «auf dem Boden der modernen physikalischen Chemie» erfolge und «entsprechend der elektromagnetischen Lichttheorie [...] auch elektrische Wellen beliebiger Länge und Kathodenstrahlen herangezogen» würden. Er hob einige physikalisch bedeutsame Resultate hervor und empfahl die Annahme der Arbeit.[285] Am 10. Juni wurde das Verfahren, nachdem Roloff die notwendigen Habilitationsleistungen erbracht hatte, erfolgreich abgeschlossen.[286] Er war weiterhin vor allem auf dem Gebiet der physikalischen Chemie tätig, brachte also keine Verstärkung des Lehrkörpers für Physik. Ab Sommersemester 1903 ließ er sich zu technischen Studien beurlauben und beschäftigte sich im Laboratorium der Akkumulatorenfabrik Hagen mit der Entwicklung eines neuen Systems von Akkumulatoren. Nach mehrmaliger Verlängerung dieser

[285] UAH, Rep. 21, III, Nr. 143, unpaginiert, 11. Habilitation Roloff, Gutachten Dorns vom 23. April 1898

[286] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. VIII, unpaginiert, Schreiben des Kurators vom 14. Juni 1898, beiliegend Roloffs Lebenslauf vom 16. Februar 1898. In seinem an den Kurator gerichteten Habilitationsgesuch vom 19. August 1897 nannte Roloff als Fachgebiet die physikalische Chemie. Bei der Beratung in der Fakultät ist dann bereits von der Habilitation in Physik die Rede. UAH, PA 13251, Bl. 1; UAH, Rep. 21, III, Nr. 26, unpaginiert, Protokoll der Fakultätssitzung vom 23. Februar 1898

Beurlaubung nahm er 1908 eine Stellung in dem Unternehmen an und wurde aus der Liste der Universitätslehrer gestrichen.[287]

Am Rande sei ebenso vermerkt, dass Hans Lorenz, der als Professor für landwirtschaftliche Maschinenkunde auch die technische Physik gelehrt hatte, im Herbst 1900 an die Universität Göttingen berufen wurde und Alwin Nachtweh (1868 – 1939) vom Polytechnikum Zürich bereits im November die Nachfolge antrat.[288] Bei der schwierigen Suche nach geeigneten Kandidaten für diese Professur war auch Ludwig Prandtl (1875 – 1953) befragt worden, der aber, wie bereits zuvor in Göttingen, eine Berufung an eine Universität ablehnte, da er sich zunächst noch der Praxis widmen wollte.[289]

Im Dezember 1903 beantragte dann der zwei Monate zuvor von München als Assistent an das Hallenser Physikalische Institut gewechselte Siegfried Valentiner (1876 – 1971) die Habilitation für Physik. Er hatte an den Universitäten in Leipzig und Heidelberg Mathematik und Physik studiert, war im Juli 1900 in Heidelberg in Mathematik promoviert worden und hatte danach seine Kenntnisse in praktischer Physik als Assistent bei Conrad Röntgen (1845 – 1923) in München erweitert. In seinen Forschungen hatte er vorrangig die Eigenschaften von Gasen bei der Temperatur der flüssigen Luft analysiert und einige Ergebnisse bezüglich der spezifischen Wärmen des Stickstoffs in der Habilitationsschrift zusammengefasst. Diese wurde von Dorn und den weiteren Mitgliedern der Habilitationskommission positiv beurteilt. Nach Absolvierung der Nostrifikationsprüfung[290] und der übrigen vorgeschriebenen Leistungen wurde Valentiner im Februar 1904 als Privatdozent in die Fakultät aufgenommen.[291] Mit ihm gewannen die Physiker eine physikalisch wie mathematisch gut ausgebildete Lehrkraft.

[287] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. X, unpaginiert, Mitteilung des Kurators vom 12. Mai 1908

[288] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XX, Bl. 247, 263; für den gesamten Berufungsvorgang, ebenda, Bl. 250 – 263 und UAH, Rep. 21, III, Nr. 26, unpaginiert, Protokoll der Fakultätssitzung vom 19. Oktober 1900

[289] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XX, Bl. 251 – 252

[290] Eine Nostrifikationsprüfung war notwendig, wenn der Kandidat nicht an einer preußischen Universität promoviert worden war.

[291] UAH, Rep. 21, III, Nr. 145, unpaginiert, 9. Habilitation Valentiner, Lebenslauf Valentiners vom Dezember 1903; Gutachten von Dorn vom 14. Februar 1904; Protokoll der Nostrifikationsprüfung vom 22. Februar 1904

Er blieb jedoch nur kurze Zeit in Halle und nahm im Herbst 1905 eine Assistentenstelle an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin an.[292]

Im November 1904 bat der von der Universität Breslau als Dozent für Physik an das Städtische Höhere Technische Institut in Cöthen (Köthen) beurlaubte Georg Berndt (1880 – 1972) um Zulassung als Privatdozent für das gesamte Gebiet der Physik. Gleichzeitig wollte er seine Stellung und seinen Wohnsitz in Cöthen beibehalten. Berndt hatte zuvor in Breslau zusammen mit Ernst Neumann das physikalische Praktikum neu gestaltet und auf ein höheres Niveau gehoben, was aber zu einigen Spannungen mit dem dortigen Ordinarius für Physik Oskar E. Meyer (1834 – 1909) führte. Hinzukommende Unsicherheiten bezüglich seiner Stelle hatten ihn dann zum Wechsel nach Cöthen veranlasst, wo es ihm sehr rasch gelang, die Ausbildung in Physik deutlich zu verbessern. Der Kurator und die Philosophische Fakultät hatten keine prinzipiellen Einwände gegen das Gesuch, lediglich die Beibehaltung der städtischen Anstellung im Herzogtum Anhalt sah der Kurator als möglichen Hinderungsgrund und legte das Problem deshalb dem Minister zur Entscheidung vor. Das Schreiben blieb vermutlich zunächst im Ministerium liegen, denn erst nach nochmaliger Nachfrage des Kurators wurden im April 1905 eiligst die Zulassung zur Habilitation sowie die Genehmigung erteilt, Anstellung und Wohnsitz in Cöthen beibehalten zu dürfen.[293] Im Wintersemester 1905/06 konnte Berndt seine Vorlesungstätigkeit als Privatdozent in Halle aufnehmen. Hier war er ebenfalls sehr erfolgreich und erwarb sich Dorns Anerkennung, der ihm eine «hervorragende Lehrgabe» bescheinigte und im Vergleich mit Schmidt als leistungsstärker einschätzte. Als Berndts Anstellung in Cöthen durch einige Schwierigkeiten bedroht war, bemühte sich Dorn, dessen Position zu stärken und beantragte am 9. Oktober 1908 die Er-

[292] Valentiner ließ sich zunächst beurlauben [UAH, Rep. 21, Nr. 27, unpaginiert, Protokoll der Fakultätssitzung vom 17. Mai 1905], so dass sein Ausscheiden aus der Philosophischen Fakultät in den Akten formal erst für den 16. Mai 1906 dokumentiert ist [GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. IX, Bl. 193]. Mehrere Nachschlagewerke geben für den Wechsel nach Berlin und das formale Ausscheiden aus der Hallenser Universität das Jahr 1905 an [Poggendorff 1863], Bd. 5, S. 1286, [Killy/Vierhaus 1995], Bd. 10, S. 179.

[293] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. IX, Bl. 164 – 168

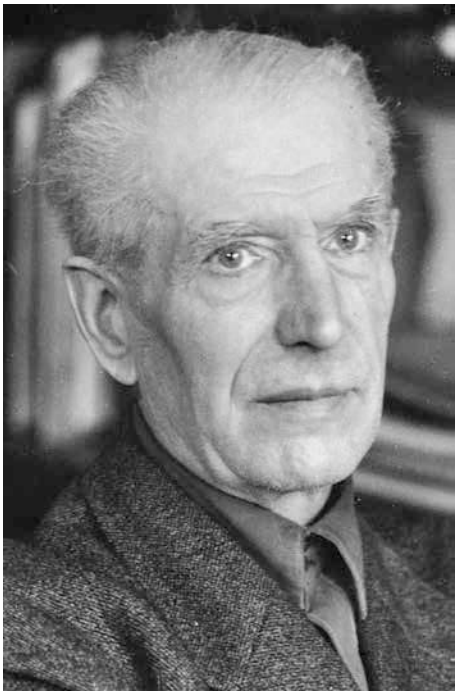


Abbildung 4.2
Georg Berndt, Privatdozent für Physik in Halle 1905 – 1913 (ab 1909 beurlaubt)

nennung zum Professor.[294] Der Kurator leitete den Antrag befürwortend weiter, doch erfolgte zunächst keine Reaktion. Am 3. Februar 1909 teilte Berndt dem zuständigen Abteilungsleiter im Berliner Kultusministerium mit, dass er eine Stellung am Instituto Nacional del Professorado Secundario in Buenos Aires angenommen habe, und bat, ihn vor seiner Abreise zum Professor zu ernennen. Unter diesen Umständen war die Berufung nur ein formaler Akt, der am 18. Februar vollzogen wurde.[295] Die Philosophische Fakultät beurlaubte Berndt zunächst für zwei und dann für weitere zwei Jahre. Damit mussten die beiden Professoren für Physik wieder ohne die Unterstützung von Privatdozenten auskommen. Nach dem Ende seiner Tätigkeit in Argentinien meldete sich Berndt im Sommer 1913 zwar formal an der Hallenser Universität zurück, blieb

[294] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. X, unpaginiert, Antrag von Dorn vom 9. Oktober 1908

[295] UAH, PA 4415, unpaginiert, Schreiben Berndts vom 3. Februar 1909, Schreiben des Ministers vom 18. Februar 1909

aber auf eigenen Wunsch zunächst von den Vorlesungen entbunden und ging 1914 an die Technische Hochschule in Berlin-Charlottenburg.[296]

Eine Änderung ergab sich zwei Jahre später, als Albert Wigand (1882 – 1932) im Februar 1911 die Habilitation für Physik und physikalische Chemie beantragte. Er war nach dem Studium in Marburg und München 1905 an der Universität Marburg mit einer im Physikalischen Institut bei Richarz angefertigten Arbeit zur Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärme fester Elemente promoviert worden und hatte danach als Assistent an den Physikalischen Instituten der Marburger Universität, der Dresdener Technischen Hochschule und ab 1910 der Hallenser Universität gearbeitet. Dorn lobte in seinem Gutachten über die Habilitationsschrift zur umkehrbaren Lichtreaktion des Schwefels und zu Wigands früheren Arbeiten sowohl dessen experimentelle Leistungen, speziell die sehr zweckdienliche Konstruktion und den Einsatz verschiedener Apparate, als auch die umfassende Literaturkenntnis und die wertvollen Schlussfolgerungen aus den verschiedenen Beobachtungen.[297] Der Koreferent und die übrigen Kommissionsmitglieder äußerten sich ebenfalls positiv, so dass das Verfahren am 27. Juli mit der Antrittsvorlesung erfolgreich abgeschlossen wurde. In den folgenden Jahren unterstützte Wigand die beiden Professoren des Physikalischen Instituts bei der Durchführung des Praktikums und bereicherte das Vorlesungsspektrum mit physikalisch-chemischen Themen, wie zur Elektronen- und Ionentheorie, zur Wärmelehre und Entropie oder zu chemischen und elektrischen Wirkungen des Lichts, aber auch zu Fragen der Meteorologie sowie der Aero- und Geophysik.

Nahezu gleichzeitig mit Wigand hatte Rudolf Bernstein ein Habilitationsgesuch für Maschinenlehre nebst einer Arbeit über *Neue Instrumente zur Messung und Registrierung von Zugkräften* eingereicht. Er hatte sich unter Dorns Leitung in die Arbeitsmethoden der reinen Physik eingearbeitet und war 1909 mit Untersuchungen zum Magnetismus einiger Gase promoviert worden. Als Assistent in der Maschinenabteilung des Landwirtschaftlichen Instituts hatte er sich dann der Theorie, Konstruktion und Untersuchung landwirtschaftlicher Maschinen zugewandt. Die

[296] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. X, unpaginiert, Schreiben des Kurators vom 14. Juni 1913 und vom 10. Februar 1914

[297] UAH, Rep. 21, III, Nr. 147, unpaginiert, Habilitation Wigand, Gutachten Dorns vom 1. Juni 1911

Habilitation wird hier erwähnt, da einerseits Bernstein in der Beurteilung seiner Habilitationsschrift

> «ein klares Verständnis für Zusammenhänge der Mathematik und ihrer Anwendungen auf physikalische, technische und wirtschaftliche Fragen»[298]

bescheinigt wurde, und andererseits seine auf dieser Basis gehaltenen Vorlesungen zur technischen Mechanik und Maschinenlehre für die Physiker zumindest hinsichtlich der theoretischen Durchdringung von einem gewissen Interesse gewesen sein dürften. Bernstein wurde am 8. Juli 1911 als Privatdozent in die Philosophische Fakultät aufgenommen.

Der Unterricht in der theoretischen Physik hatte inzwischen, auch Dank der allgemein gestiegenen Studentenzahlen, einen Umfang erreicht, dass die im Institut vorhandenen Räume nicht mehr ausreichten. Schmidt folgte dabei der nach seiner Meinung an den Universitäten Göttingen, Königsberg, München und Leipzig sehr erfolgreich gepflegten Praxis, dass in der Ausbildung der Oberstufenlehrer die theoretische Physik nicht nur durch Vorlesungen präsentiert werden könne, sondern auch durch eine ganz besonders gute Ausbildung in einem Laboratorium zu ergänzen sei.[299] Bisher hatte er einigen Doktoranden einen Arbeitsplatz in den von ihm privat errichteten und geleiteten physikalischen Versuchsstationen für elektrische Schwingungen und drahtlose Telegraphie in Halle-Cröllwitz und in Wallwitz zur Verfügung gestellt. Als er diese nach Beendigung der Untersuchungen im Herbst 1910 zu schließen beabsichtigte, initiierte er zuvor im Februar dieses Jahres einen Antrag der Philosophischen Fakultät, geeignete Räume für die theoretische Physik in der Nähe des Physikalischen Instituts anzumieten. Mit Unterstützung des Kurators wurde, nach Klärung eines Einwandes hinsichtlich der Finanzen, der Antrag am 11. Juli 1910 genehmigt und die Räume zum 1. April 1911 angemietet.[300]

[298] UAH, Rep. 21, III, Nr. 147, unpaginiert, Habilitation Bernstein, Referat Martinys vom 16. Februar 1911; vgl. auch GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. X, unpaginiert, Schreiben des Kurators vom 15. Juli 1911 mit Anlage

[299] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. X, Nr. 60, Vol. II, unpaginiert, Schreiben Schmidts vom 21. Dezember 1910

[300] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. X, Nr. 60, Vol. II, unpaginiert, Schreiben des Kuratorvertreters vom 12. März 1910, des Kurators vom 7. Juni 1910 und Schreiben des Ministers vom 4. April und vom 11. Juli 1910

Schwieriger gestaltete sich die Einrichtung der Räumlichkeiten bzw. die Bereitstellung der nötigen Finanzmittel, da die Mittel nicht im Haushalt verfügbar waren und zusätzlich beantragt werden mussten. Wieder setzte Schmidt beträchtliche private Mittel ein.[301]

Im März 1912 unternahm die Philosophische Fakultät den Versuch, das Extraordinariat für theoretische Physik in ein Ordinariat umzuwandeln und schlug Schmidt für diese Stelle vor. Zur Begründung führte sie die Bedeutung des Faches sowie die große Zahl von Studierenden an, die theoretisch-physikalische Vorlesungen hören und die dazugehörigen Übungen absolvieren müssten. Dabei berief sie sich darauf, dass bereits von 1885 bis 1895 ein solches Ordinariat in Halle bestand, die Notwendigkeit dieser Fachvertretung vom Ministerium anerkannt wurde, und nur die damals niedrigen Studentenzahlen die Fakultät bewogen, die Rückstufung des Lehrstuhls zu akzeptieren. Inzwischen seien auch an einigen preußischen Universitäten mit einer geringeren Anzahl von Studierenden der Physik jeweils zwei Physik-Ordinariate eingerichtet worden. Ausführlich wurden dann die Leistungen Schmidts gewürdigt, von denen das erfolgreiche Bemühen, die Ablenkung der Kathodenstrahlen durch elektrische Schwingungen nachzuweisen, und die «ausgedehnte[n] Untersuchungen über elektrische Schwingungen und deren Verwendung für drahtlose Telegraphie in experimenteller und theoretischer Richtung» besonders betont wurden. Für die letztgenannten Forschungen, insbesondere für die dazu benötigten Versuchsstationen, wie auch für die Einrichtung eines Laboratoriums für theoretische Physik hatte Schmidt beträchtliche private Mittel eingesetzt.[302] Der Kurator Meyer unterstützte «auf das wärmste» das Anliegen der Fakultät und regte an, falls die nötigen Finanzmittel fehlen sollten, Schmidt ein persönliches Ordinariat zu verleihen. Er unterstrich die große allgemeine Wertschätzung, die Schmidt an der Universität genoss, und das große Interesse der Fakultät, diesen zu ihrem engeren Kreis zählen zu können.[303] Der Minister folgte dem Vorschlag des Kurators

[301] Man vergleiche dazu den umfangreichen Schriftwechsel in GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. X, Nr. 60, Vol. II, unpaginiert, zwischen dem 23. Mai 1911 und dem 7. Juli 1913 sowie mehrere spätere Aktennotizen (bis 23. Juni 1917).

[302] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. I, Bl. 284 – 285

[303] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. I, Bl. 283

und am 5. August 1912 verlieh der Kaiser an Schmidt ein persönliches Ordinariat.[304]

Zu diesem Zeitpunkt hatte Dorn in einem weiteren Antrag zur besseren Repräsentanz der Physik an der Universität gebeten, einen Abteilungsvorsteher am Physikalischen Institut anzustellen. Ausführlich schilderte er das von ihm zu bewältigende Arbeitspensum, das er teilweise nur durch Schädigung seiner Gesundheit hatte erfüllen können, und leitete daraus die dringende Notwendigkeit für die Einrichtung dieser Stelle ab. Die vordringliche Aufgabe des Abteilungsvorstandes wäre es, den Institutsdirektor in der Leitung des Laboratoriums zu entlasten. Abschließend merkte er noch an, dass ein Assistent diese Aufgabe nicht übernehmen könne, da hierfür eine größere Kontinuität in der Stellenbesetzung nötig sei.[305] Den Minister scheint die Argumentation überzeugt zu haben, denn er meldete die nötigen Finanzmittel bei der Planung des Haushalts für das Jahr 1913 an. Gleichzeitig beantragte er für die Universität Halle unter anderem die Umwandlung des Extraordinariats für theoretische Physik in ein Ordinariat. Er begründete den letzten Schritt, der noch mehrere andere Universitäten betraf, mit den in den letzten Jahrzehnten erheblich gestiegenen Anforderungen an die theoretische Physik, die letztlich aus der beträchtlich gewachsenen Bedeutung des Faches resultierten. Zu den Vorlesungen waren inzwischen noch Übungen hinzugekommen, an denen die Studierenden sehr aktiv teilnahmen. Schließlich verwies der Minister auf seine ausführlichen Darlegungen zur Einrichtung einer zusätzlichen außerordentlichen Professur für theoretische Physik an der Berliner Universität, die auch hier gültig seien, und führte für die einzelnen Stellen die persönlichen Gründe an.[306] Ein Entscheid über diesen Punkt des Antrags wurde in den Akten nicht gefunden, er kann aber nur vertagt worden oder negativ gewesen sein, denn der Kultusminister meldete die Umwandlung der Extraordinariate im August 1913 erneut an. Der Minister verzichtete auf die «abermalige allgemeine Erörterung» und beschränkte sich, an die «lebhafte[n] Mißstimmung in Universitätskreisen, die auch im Abgeordnetenhause wiederholt zum Ausdruck gekommen» sei, erinnernd, auf die Bitte, «die unabweisbare Reform in einem etwas beschleunigteren

[304] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. I, Bl. 312
[305] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. I, Bl. 337 – 339
[306] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. I, Bl. 344 – 358

Tempo als bisher zu fördern». Der vorgelegte Antrag enthielte in diesem Kontext nur eine Mindestforderung.[307] Bezüglich der Schmidt'schen Professur findet sich dann noch die Aktennotiz über die Ablehnung der Stellenumwandlung und die beabsichtigte Wiedervorlage im Juli 1914.[308]

Mit dem Beginn des Ersten Weltkriegs erschwerte sich die Arbeit am Physikalischen Institut. Wigand meldete sich als Kriegsfreiwilliger und war dann bei den Luftschiffertruppen sowie der militärischen Hauptwetterwarte der Heimat in Jüterbog eingesetzt.[309] Der Vorlesungsbetrieb lastete somit wieder auf den beiden Ordinarien, wobei Schmidt zusätzlich noch kriegsrelevante Arbeiten leistete und beispielsweise 1915 vom Kriegsministerium mit Versuchen an Luftschiffen beauftragt wurde und sich dafür beurlauben lassen musste.[310]

4.2 Von der theoretischen zur technischen Physik und die schwierige Suche nach einem Nachfolger für G. Mie

Durch den plötzlichen Tod Dorns am 13. Juni 1916 verlor das Physikalische Institut nicht nur seinen Direktor, sondern der Lehrkörper reduzierte sich faktisch auf eine Person. Die Fakultät handelte rasch. Am 28. Juni beriet die Berufungskommission über erste Kandidaten und beschloss mit 5:2 Stimmen, Schmidt nicht mit auf die Berufungsliste zu setzen, um beide Ordinariate zu erhalten. Zugleich entschied sie einstimmig vom

> «Minister als für den Lehrbetrieb durchaus notwendig zu fordern, dass zwei selbständige und vollständig gleichstehende Institutsdirektoren mit getrennten Instituten geschaffen werden, wobei die jetzige Stellung des Prof. Schmidt so ausgebaut wird, dass er

[307] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. II, Bl. 69–73

[308] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. II, Bl. 128

[309] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. X, Nr. 60, Vol. II, unpaginiert, Schreiben des Kurators vom 28. August 1914; UAH, PA 17041, unpaginiert, Schreiben Wigands vom 31. Juli 1917

[310] UAH, PA 13954, unpaginiert, Gesuch Schmidts vom 21. Juli 1915

> sowohl als Institutsleiter wie im Lehrbetrieb dem zu berufenden Ordinarius coordiniert wird.»[311]

In dieser und den folgenden Sitzungen beriet die Berufungskommission über insgesamt 23 Kandidaten, holte Einkünfte über sie ein und einigte sich am 12. Juli auf die Vorschlagsliste: 1. Peter Debye (1884 – 1966) (Göttingen), 2. Max von Laue (1879 – 1960) (Frankfurt/M.) 3. Gustav Mie (1868 – 1957) (Greifswald). Zu den nicht berücksichtigten Gelehrten gehörten u. a. Friedrich Paschen (1865 – 1947), Richarz und Johannes Stark (1874 – 1957) sowie Clemens Schäfer (1878 – 1968) (Breslau), der als letzter noch von der Liste eliminiert worden war.[312] Der von der Fakultät in der Sitzung am 27. Juli angenommene Kommissionsbericht ging wenige Tage später an das Ministerium. Der Bericht begann mit einer ausführlichen Argumentation für den Erhalt der beiden Physikordinariate in Halle, wobei besonders die seit der Jahrhundertwende bis 1914 ständig gestiegenen Hörer- und Praktikantenzahlen sowie die gewaltige Erweiterung des Forschungsgebiets der Physik und die damit in ungeahnter Weise gewachsene Bedeutung der Physik für die Naturwissenschaften und die Medizin herangezogen wurden. Ein weiteres Argument lieferte der bei Halle geplante Großflugplatz. Da Schmidt in seinen neueren Arbeiten durch die Entwicklung seines Spezialgebietes immer mehr zur experimentellen Seite gedrängt worden sei, habe «sich die Fakultät auf Persönlichkeiten geeinigt, deren Schwergewicht nach der theoretischen Seite liegt, ohne experimentelle Forschung auszuschließen». Bemerkenswert ist in diesem Kontext noch die Feststellung, dass «ein eigentlicher Gegensatz zwischen dem theoretischen und experimentellen Forschungsgebiet nicht mehr» bestehe. Danach folgte für jeden der Kandidaten eine eingehende und klare Charakterisierung seiner Leistungen.[313] Der Kurator erinnerte in seinem Begleitschreiben daran, dass Dorn bereits 1914 vor einer Ministerialkommission die räumliche Erweiterung des Instituts erörtert und sich zu diesem Zweck bereit erklärt hatte, auf die Dienstwohnung zu verzichten. Da die Institutserweiterung «nach wie vor ein unabweisbares Bedürfnis» sei, bat er dringend, die Gewährung einer Dienstwohnung bei den Berufungsverhandlungen auszuschließen. Weiterhin betonte er das

[311] UAH, Rep. 21, III, Nr. 54, Bl. 338
[312] UAH, Rep. 21, III, Nr. 54, Bl. 339 – 340v
[313] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. III, Bl. 111 – 113

besondere Interesse an der Berufung Debyes und trat dafür ein, Schmidt die Leitung des Instituts, soweit diese nicht teilbar sei, zu übertragen und dessen Lehrauftrag in einen für Experimentalphysik umzuwandeln, während der neue Ordinarius einen solchen für theoretische Physik erhalten solle.[314]

Die Vorstellungen der Philosophischen Fakultät und des Kurators ließen sich jedoch nicht leicht realisieren. Seitens des Ministeriums scheint man sich sofort auf Mie konzentriert zu haben, doch ergaben die Verhandlungen mit diesem in Halle erhebliche Meinungsverschiedenheiten. Dies bewog den Dekan, sich zusammen mit Schmidt am 21. September an den Minister zu wenden, um ihn über die aufgetretenen Differenzen zu unterrichten. Mie beanspruchte die Dienstwohnung und bestand auf einem umfangreichen Umbau des Instituts, den die Fakultät ja durch die Nutzung der Wohnung für den Institutsbetrieb vermeiden wollte. Weiterhin lehnte Mie einen «alternierenden Cyklus der experimentellen und theoretischen Vorlesungen», die völlige Gleichberechtigung der beiden Ordinarien bei der Institutsleitung sowie die geplante Aufteilung der Praktika ab. Er wollte sich auf die experimentellen Vorlesungen konzentrieren, beanspruchte den Vorrang bei der Leitung des Instituts und beabsichtigte, die in Greifswald praktizierte Teilung der Praktika nach der Fachrichtung der Studierenden einzuführen. Letzteres bedeutete, dass Mie die Physiker und Naturwissenschaftler in seinem Praktikum anleiten wollte, während die Mediziner dem Extraordinarius, also Schmidt, anvertraut würden. Die Hallenser Fakultät vertrat aber die Auffassung, dass «sämtliche Studierende [...] den Anspruch darauf haben, durch beide Ordinarien unterwiesen zu werden», und präferierte eine inhaltliche Teilung des Praktikums nach Göttinger Muster in eine Abteilung für Elektrizität und Mechanik sowie eine für Optik und Wärme. Abschließend betonten die beiden Berichterstatter im Namen der Fakultät, dass diese einen Ausgleich zwischen ihren Wünschen und Mies Vorstellungen für unmöglich halte und sie vorrangig «an einer Neuordnung der Instituts- und Lehrverhältnisse, die zwei einander gleichberechtigte Ordinariate gebieterisch verlangen», interessiert sei. Sie baten, von einer Berufung Mies abzusehen und nochmals die beiden anderen Kandidaten in Erwägung zu ziehen.[315] Inzwischen hatte Mie

[314] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. III, Bl. 109 – 110
[315] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. III, Bl. 117 – 119

eine Unterredung im Ministerium, in der der zuständige Beamte bemüht war, die Position der Hallenser Fakultät zu verteidigen, denn Mie hielt es für nötig, seinen Standpunkt, unterstützt durch zwei Gutachten von Wilhelm Wien (1864 – 1928) und Debye, nochmals dem Minister in einem ausführlichen Schreiben vorzutragen. Sehr detailliert entwickelte er insbesondere sein auf die Bedürfnisse der verschiedenen Fachrichtungen abgestimmtes Vorlesungs- und Praktikumsprogramm.[316] Mies Darlegungen hatten vermutlich eine nachhaltige Wirkung im Ministerium, denn am 10. Oktober schrieb Schmidt an den Dekan:

> «Die gestern im Ministerium gepflogenen Verhandlungen haben mir gezeigt, dass wir das, was wir anstrebten, in Halle zwei gleichwertige Ordinariate für Physik zu schaffen, nicht erreichen. Das Ministerium lehnt zwei coordinierte Leiter im Institut ab und will zweifellos Herrn Mie die Leitung zuweisen. Eine Diskussion über Einteilung, Benutzung der Institutsmittel, Verteilung des Etats wurde in schroffer Form abgelehnt.»

Da er nach Mies bisherigem Auftreten kein vernünftiges Verhältnis erwartete, drohte er, falls es nicht zu neuen Vorschlägen für die Stelle käme, seine akademische Tätigkeit in Halle zu beenden.[317] Der Dekan leitete den Brief an den Kurator und den Minister weiter und vermerkte dazu im Protokoll der Fakultätssitzung vom 12. Oktober, dass er versucht habe, Schmidt zur Zurücknahme des letzten Satzes [d. h. der angedrohten Kündigung] zu bewegen, und die Weiterleitung an den Minister nach gemeinsamer Besprechung und in der Absicht geschah, die scheinbar «unmittelbar bevorstehende ministerielle Entscheidung» hinauszuschieben oder in eine den Wünschen der Fakultät besser entsprechende Richtung zu lenken.[318] Der Brief hatte jedoch, wie auch ein nach nochmaliger Aussprache in der Fakultätssitzung vom 9. November verfasstes Schreiben der Professoren der Mathematik, der Naturwissenschaft und der Landwirtschaft sowie des Dekans[319], höchstens eine gewisse aufschiebende Wirkung, im Endeffekt hielt der Minister an Mie fest. Es ist bemerkenswert, dass in der nachfolgenden

[316] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. III, Bl. 120 – 126
[317] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. III, Bl. 134
[318] UAH, Rep. 21, III, Nr. 54, Bl. 361
[319] UAH, Rep. 21, III, Nr. 29, unpaginiert, Schreiben vom 12. November 1916, Beilage zum Protokoll der Fakultätssitzung am 9. November 1916

Dezemberzusammenkunft mehrere Fakultätsmitglieder nun teilweise die Ansichten des Ministers vertraten und durchsetzten, ein erklärendes Schreiben an den Minister zu schicken. Außerdem wurden mehrere kritische Urteile zur Leistungsfähigkeit von Schmidt laut.[320]

Am 12. Dezember 1916 unterzeichnete Mie die Berufungsvereinbarung. Darin wurde festgelegt, dass die Dienstwohnung für das Physikalische Institut genutzt, im Nordflügel des Instituts eine selbständige Abteilung für theoretische Physik eingerichtet und dem Vertreter dieses Fachgebiets unterstellt wird. Diese Abteilung erhielt 500 M aus dem Institutsetat zur eigenen Verwendung. Ansonsten unterstand alles der Herrschaft des Institutsdirektors, so die Assistenten und übrigen Angestellten, auch entschied er über die Verteilung der Hörsäle an die Privatdozenten und verfügte über die «Kraftquellen». Die Leitung des Instituts wurde allein Mie übertragen. Dieser setzte schließlich die von ihm gewünschte Verteilung der Vorlesungen durch.[321] Am 21. Dezember erfolgte die offizielle Berufung Mies als Ordinarius für Experimentalphysik und Direktor des Physikalischen Instituts ab 1. April 1917.[322]

Eine Woche später wurde Schmidt schriftlich von Mies Berufung und der vorgenommenen Vorlesungsaufteilung informiert, wobei er persönlich genannt wurde und nicht wie in der Berufungsvereinbarung unpersönlich vom Vertreter der theoretischen Physik die Rede war.[323] Schmidt lehrte noch ein Jahrzehnt an der Hallenser Universität, welche Motive ihn zum Bleiben veranlassten und wie sich das Verhältnis zu Mie gestaltete, geht aus den Akten nicht hervor.[324] Auffällig ist jedoch, dass sich Schmidt etwa ab dem Jahr 1920 intensiv mit der Konservierung von Futtermitteln durch Silage beschäftigte, insbesondere mit dem von Theodor Schweitzer gefundenen Elektrosilageverfahren sowie einige Jahre später mit der Kaltgärung. Diese Thematik hatte keine Berührungspunkte mit dem Schaffen von Mie und auch die

[320] UAH, Rep. 21, III, Nr. 29, unpaginiert, Protokoll der Sitzung vom 7. Dezember 1916, Erklärung von V. Haecker und J. Walther

[321] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. III, Bl. 138 – 139

[322] UAH, PA 11453, unpaginiert, Schreiben des Ministers vom 21. Dezember 1916

[323] UAH, PA 13954, unpaginiert, Brief des Kurators vom 28. Dezember 1916

[324] Zur Gestaltung der Beziehungen Mie – Schmidt in den ersten Jahren nach Mies Berufung vgl. etwa GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. X, Nr. 60, Vol. II, unpaginiert, Schreiben des Kurators vom 2. und 13. August 1920.

Abbildung 4.3
Gustav Mie, Ordinarius für Experimentalphysik in Halle 1917 – 1924

zugehörigen experimentellen Arbeiten dürften kaum im Physikalischen Institut stattgefunden haben.

Retrospektiv erscheinen in dem eben geschilderten Berufungsverfahren sowohl die Entscheidung des Ministeriums für Mie als auch Mies Kampf um das alleinige Direktorat verständlich. Erstere dürfte der Tatsache Rechnung getragen haben, dass Debye und von Laue bereits angesehene Positionen innehatten, die unter Berücksichtigung der finanziellen Ausstattung und der Arbeitsbedingungen, die Halle zu bieten hatte, eine Annahme des Hallenser Angebots sehr unwahrscheinlich machten. Mie wiederum konnte durch die Übernahme des Direktorats sein Ansehen unter den Physikern erhöhen. Gleichzeitig verbesserten sich seine Chancen, einmal ein Ordinariat an einem der angesehenen Physikalischen Institute im deutschsprachigen Raum zu erhalten, sowie seine Freiheiten in der Wahl seiner Forschungsthemen. Außerdem dürfte die traditionelle Hierarchie mit der dominierenden Stellung des Experimentalphysikers als Institutsdirektor weitgehend Bestand gehabt haben. Für den Einzelnen war es leichter, sich als Direktor und Ordinarius für Experimentalphysik der theoretischen

Physik zu widmen, denn als Leiter der Abteilung für Theoretische Physik der Experimentalphysik. Mie hat dann in seinen Hallenser Forschungen seine Arbeiten zur Theorie der Materie konsequent fortgeführt, ohne seine Lehrverpflichtungen für die Experimentalphysik zu verletzen. Die von der Philosophischen Fakultät angestrebte stärkere Position für die theoretische Physik am Physikalischen Institut wurde zwar indirekt erreicht, fand aber institutionell keinen Niederschlag und wirkte, da sie auf Kosten der Zurücksetzung Schmidts erreicht wurde, negativ auf das Institutsklima.

Zusammen mit Mie kam auch dessen langjähriger Assistent Julius Herweg (1879 – 1936) von Greifswald nach Halle und beantragte im Juli 1917, sich nach Halle umhabilitieren zu dürfen. Das Gesuch wurde von Mie übergeben, da Herweg «militärisch beschäftigt» war.[325] Dieser hatte in Göttingen, Berlin und Würzburg studiert, war in Würzburg 1905 promoviert worden und hatte sich zwei Jahre später in Greifswald habilitiert. 1913 war ihm für seine wissenschaftlichen Leistungen das Prädikat «Professor» verliehen worden. Die Habilitationskommission beschloss eine genauere Prüfung der vorgelegten, bereits publizierten Arbeiten und schlug der Fakultät vor, auf eine spezielle Habilitationsschrift und die Vorlesung vor der Fakultät zu verzichten. Anfang Dezember 1917 konnte der Kurator das Ministerium über den Abschluss des Verfahrens informieren.[326] Herweg hat jedoch erst nach dem Krieg seine Lehrtätigkeit in Halle aufgenommen. Bis zum Ende des Krieges musste die Arbeit am Institut ohne die Hilfe der Assistenten bewältigt werden. Mie wandte sich jedoch schon am 30. November 1918 an den Kurator mit der Bitte, die Beurlaubung von Wigand zu beantragen, damit das Institut dem erwarteten Ansturm der Kriegsrückkehrer gewachsen sei. Eine Aktivität des Kurators erübrigte sich dann, da wenige Tage später die Entlassung Wigands aus dem Heeresdienst avisiert wurde.[327] Während des Krieges hatte der Kurator die beabsichtigte Berufung Wigands zum Vorstand der Wissenschaftlichen und Schulabteilung der

[325] UAH, Rep. 21, III, Nr. 148, unpaginiert, Habilitation Herweg, Schreiben Mies vom 16. Juli 1917

[326] UAH, Rep. 4, Nr. 867, unpaginiert, Schreiben des Dekans vom 30. November 1917

[327] UAH, PA 17041, Bd. 1, unpaginiert, Brief von Mie vom 30. November 1918. Ein entsprechender Antrag für Herweg wurde nicht aufgefunden; eventuell erschien Mie die Beurlaubung Wigands vom Meteorologischen Dienst aussichtsreicher.

militärischen Hauptwetterwarte in Jüterbog zum Anlass genommen, um dessen Ernennung zum Professor zu beantragen. Sein Vorhaben war durch Gutachten von Schmidt und Mie befürwortet worden und am 10. September 1917 hatte Wigand «in Anerkennung seiner wissenschaftlichen Leistungen» durch ministeriellen Erlass das Prädikat «Professor» verliehen bekommen.[328]

Nachdem die ersten Nachkriegswirren überstanden waren, gingen Mie und Schmidt gemeinsam daran, das Lehrangebot systematisch zu erweitern und beantragten für die beiden Privatdozenten jeweils einen Lehrauftrag. Während Wigand «‹die Physik der Atmosphäre› in Vorlesungen und Übungen» behandeln sollte, waren für Herweg «die Forschungsmethoden der neuesten Physik» vorgesehen.[329] Zur Begründung führten die beiden Ordinarien die gestiegene Bedeutung des Physikstudiums und die Tatsache an, dass trotz ihrer großen Bemühungen den Studierenden nicht «ein einigermaßen abgeschlossenes Bild von dem Stand der Wissenschaft» vermittelt werden könne. In den letzten Dezennien habe sich

> «eine ganz eigenartige ‹moderne Physik› entwickelt, die sich speziell das Studium der Vorgänge im Inneren der Moleküle und Atome zum Ziel gesetzt hat, und die sich ihre eigenen theoretischen und experimentellen Methoden ausgebildet hat, Methoden, von denen man vor ein oder zwei Jahrzehnten nichts ahnte. Gerade dieses neuerschlossene Forschungsgebiet der ‹neuesten Physik› wird in Zukunft sowohl für die Technik wie für das wissenschaftliche Weltbild wachsende Bedeutung gewinnen.»[330]

Für die Physik der Atmosphäre verwiesen sie auf deren maßgebliche Rolle, die sie für die Luftschifffahrt und Flugtechnik sowie als wissenschaftliche Grundlage der Meteorologie spielte. Sowohl die Philosophische Fakultät als auch der Kurator unterstützten das Anliegen nach besten Kräften und rechtzeitig zum Beginn des Wintersemesters 1920/21 genehmigte der Minister ab diesem Termin für beide Professoren einen besoldeten Lehrauftrag.[331] Wenige Monate später wurden im Rahmen

[328] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. XI, Bl. 23 – 26
[329] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 165
[330] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 165
[331] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. III, Bl. 166; UAH, PA 17041, Bd. 2, unpaginiert, Schreiben des Ministers vom 11. Oktober 1920

der Reformen an den Universitäten per Erlass vom 24. Februar 1921 die als Prädikat verliehenen Professorentitel, ohne die Rechtsstellung der Betreffenden zu ändern, in außerordentliche Professuren umgewandelt. Es sei noch angemerkt, dass die Philosophische Fakultät im Rahmen der Universitätsreform über die Neueinrichtung von Ordinarien und Extraordinarien befunden und auf ihrer Sitzung vom 30. April 1919 für die Physik die Umwandlung des Extraordinariats für theoretische Physik in ein Ordinariat und die Schaffung eines weiteren Lehrstuhls für angewandte Physik vorgesehen hatte. Diese Vorschläge sollten in eine Sammeleingabe an das Ministerium einfließen. Sie wurden jedoch dann bei Beantwortung einer entsprechenden ministeriellen Aufforderung mit Rücksicht auf die wirtschaftliche Lage in Deutschland auf ein realisierbares Minimum reduziert, so dass auf die Errichtung neuer Professuren verzichtet und die Umwandlung des physikalischen Extraordinariats nur für die Zukunft angeregt wurde.[332]

Die erreichte Abrundung des wissenschaftlichen Profils am Hallenser Physikalischen Institut währte jedoch nicht lange und wurde gerade hinsichtlich der modernen Theorien empfindlich gestört. Am 1. April 1923 trat Herweg eine Dozentur an der Technischen Hochschule Hannover an.[333] Auf mögliche Bemühungen, Herweg in Halle zu halten, gibt es keine Hinweise; angesichts der in den Akten vermerkten baldigen Umwandlung der angebotenen Stelle in ein planmäßiges Extraordinariat dürften diese aussichtslos gewesen sein. Wieder standen die beschränkten finanziellen Mittel einem dauerhaften Aufschwung der Physik in Halle im Wege und die Probleme sollten noch zunehmen.

Ein Jahr später bahnte sich der Weggang von Mie an. Dieser hatte eine Berufung an die Universität Freiburg erhalten und informierte den Kurator am 19. Mai 1924 über die Annahme des Rufes. Nach dem Sommersemester schied Mie zum 30. September aus dem preußischen Staatsdienst aus.[334] Zur Sicherung der Lehre übernahm Wigand vertretungsweise einige Vorlesungen und Praktika. Die Suche nach einem Nachfolger für Mie gestaltete sich unerwartet schwierig. Am 24. Juli unterbreitete die Naturwissenschaftliche Fakultät dem Kultusminister

[332] UAH, Rep. 21, III, Nr. 30, unpaginiert, Protokoll der Fakultätsitzung vom 30. April 1919; GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 80 – 82v

[333] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. V, Bl. 311 – 312

[334] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI, Bl. 295 – 298

ihre Vorschläge für das vakante Ordinariat. An erster Stelle nannte sie den Ordinarius für Physik und Institutsdirektor an der Technischen Hochschule Danzig, Carl Ramsauer (1879 – 1955), als Zweiten den nichtbeamteten außerordentlichen Professor Walther Gerlach (1889 – 1979) von der Universität Frankfurt und an dritter Stelle Christian Füchtbauer (1877 – 1959), Ordinarius für Physik und Institutsdirektor an der Universität Rostock. Die angefügte Würdigung der wissenschaftlichen Leistungen der drei Kandidaten machte deutlich, dass die Fakultät Wert auf einen ausgezeichneten Experimentalphysiker legte, der aber theoretischen Überlegungen aufgeschlossen gegenüberstand und diese auch selbst durchführte. Ausdrücklich wurde der auf Platz 1 gesetzte Ramsauer als Wunschkandidat in den Vordergrund gerückt.[335] Die Tatsache, dass der bereits viele Jahre erfolgreich in Halle wirkende Schmidt in dem Bericht überhaupt nicht erwähnt wird, könnte zunächst etwas verwundern und als Spätwirkung der Diskrepanzen bei Mies Berufung gedeutet werden. Ein nur wenige Tage später von der Naturwissenschaftlichen Fakultät angenommener Antrag zu Gunsten Schmidts zeigt aber, dass es der Fakultät vor allem um eine Stärkung der Physik in Halle bei gleichzeitiger Aufwertung von Schmidts Professur ging.

In der Sitzung vom 29. Juli beschlossen die Fakultätsmitglieder, die Umwandlung von Schmidts Extraordinariat für theoretische und angewandte Physik in ein etatmäßiges Ordinariat für Physik zu beantragen. In der Begründung lobte der Dekan das von Schmidt «unter Aufwendung grosser, privater Mittel zu einem ansehnlichen Institut entwickelt[e]» Laboratorium für angewandte Physik. Das Institut sei für das mitteldeutsche Industriegebiet unentbehrlich geworden. Da die Provinz Sachsen keine Technische Hochschule besäße, sei es im Interesse des Wiederaufbaus gewesen, dass sich Universitätsinstitute stärker in den Dienst der Industrie und des Bergbaus stellten. Führende Kreise der Industrie hätten ihr starkes Interesse am dauerhaften Erhalt des Laboratoriums bekundet und wären vermutlich, wenn dies gewährleistet sei, zur finanziellen Unterstützung bereit. Unter Verweis auf die in Verbindung mit der Berufung Mies erlassene Ministerial-Verfügung skizzierte der Dekan, dass sich mit geringen Aufwendungen ein großer

[335] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI, Bl. 463 – 467

Effekt für die Wirtschaft der Provinz erzielen ließe. Die unter einem von der Fakultät anerkannten Raumbedürfnis leidende Abteilung Schmidts könne durch die Einbeziehung der freiwerdenden Dienstwohnung des Institutsdirektors erweitert werden und die bevorstehende Neubesetzung des Lehrstuhls für Experimentalphysik biete einen Anlass, um neben der Umwandlung des Extraordinariats die räumliche Abgrenzung der beiden physikalischen Institute im Sinne «des Erlasses endgiltig [sic!] zu regeln» und einen eigenen Etat sowie die Anstellung der Assistenten und Mechaniker für das genannte Laboratorium festzusetzen.[336] Um die Leistungsfähigkeit des Laboratoriums zu dokumentieren, wurden in dem Schreiben noch einige in ihm gelöste Probleme sowie die Anzahl der seit 1908 in ihm ausgebildeten Doktoranden, bis 1924 waren es 56, genannt. Der Kuratorialvertreter reichte das Gesuch «mit dringender Befürwortung» weiter und hob den Zeitpunkt «als besonders geeignet zur endgültigen Regelung der Verhältnisse des Laboratoriums für angewandte Physik» hervor. Mit dem Vermerken: «Die Umwandlung ist für 1925 nicht beabsichtigt.» «Wiedervorlage 1.7.1925» wurde der Antrag im Ministerium abgelegt.[337]

Hinsichtlich der hier untersuchten Fragestellung muss der grundlegende Wandel der von Schmidt geleiteten Abteilung hervorgehoben werden. Zwar hatte sich Schmidt bereits vor dem Ersten Weltkrieg mit den Forschungen zur drahtlosen Telegraphie der angewandten bzw. technischen Physik zugewandt, doch war die ihm übertragende Abteilung als solche für theoretische Physik bestimmt worden. Auf diese explizite Repräsentanz der theoretischen Physik wurde jetzt völlig verzichtet. In einer Phase, in der dieser Zweig der Physik mit Quantenmechanik, Atomphysik und Relativitätstheorie große Erfolge erzielte, orientierte sich das Hallenser Physikalische Institut auf experimentelle Forschungen und deren industrielle Anwendungen. Diese Richtungswahl war, wie die obige Begründung schon andeutete, dem Einfluss der benachbarten Industrie geschuldet und bediente Themenfelder, die den aktuellen Entwicklungstendenzen in der technischen Physik entsprachen. Diese

[336] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI, Bl. 383–384. Wie es Mie gelang, die in den Berufungsverhandlungen festgelegte Verwendung der Dienstwohnung für die Erweiterung des Instituts rückgängig zu machen, und die Wohnung für sich zu reklamieren, ist in den Akten nicht belegt.

[337] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI, Bl. 382v

modernen Forschungen waren keineswegs theoriefrei, doch lag der Schwerpunkt nicht auf theoretischen Aspekten, sondern auf praktischen Realisierungen. Die notwendige Repräsentanz der theoretischen Physik sollte durch die Auswahl eines entsprechenden Nachfolgers auf Mies Lehrstuhl gesichert werden.

Diese Vorstellungen fanden jedoch im Ministerium nicht die nötige Unterstützung. Im Vordergrund stand hier allein die Sicherung der verschiedenen Lehrverpflichtungen, die das Physikalische Institut zu erfüllen hatte. Dies betraf nicht nur die Ausbildung der Physiker, sondern vor allem die der zahlreichen Studierenden, insbesondere Landwirtschaftler und Mediziner, die Physik als Nebenfach absolvierten. Ausgehend von der vorhandenen Personalstruktur war im Ministerium nach Rücksprache mit den jeweiligen Fakultäten eine Übereinkunft zur Physikausbildung der Mediziner und Landwirte erzielt worden, die für alle eine gemeinsame vierstündige Vorlesung in Experimentalphysik sowie für die Physiker einige Ergänzungsvorlesungen vorsah. Eine Verbesserung der personellen Situation war, wie die oben dargelegte Ablehnung eines zweiten Ordinariats für Physik zeigte, nicht zuletzt wegen der finanziellen Restriktionen, nicht erwogen worden. Damit rückten aber die Repräsentanz der theoretischen Physik bzw. die Frage einer leistungsfähigen eigenen Forschung als Aufgaben des Physikalischen Instituts völlig in den Hintergrund. Die obige «Lösung der landwirtschaftlichen Unterrichtsfrage» akzeptierte Ramsauer zwar «als die zur Zeit einzig mögliche», doch bildete sie zugleich den wichtigsten Grund für seine Ablehnung der Berufung. Er hatte erhebliche sachliche Bedenken gegen diese Lösung, da sie den Vortragenden wegen der Rücksicht auf die Hörerschaft stark behindere und von den landwirtschaftlichen Hörern «nur mit innerem Widerstreben angenommen» werden würde.

> «Es wäre mir [Ramsauer] daher unmöglich gewesen, diesen Hauptteil meines Amtes so auszugestalten, dass meine Zuhörerschaft und ich selbst wirkliche Freude daran gehabt hätten. Alle anderen Fragen hätten sich durch das grosse Entgegenkommen des Ministeriums verhältnismässig leicht lösen lassen, [...]»[338]

[338] UAH, Rep. 6, Nr. 1402, unpaginiert, Brief Ramsauers vom 10. Januar 1925; vgl. außerdem das Schreiben des Vorsitzenden des Landwirtschaftlichen Prüfungsaussschusses in: GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI, Bl. 516 – 518

Das Ordinariat gehörte damit zu jenen neun vakanten Lehrstühlen, die zu dem mahnenden Brief des Rektors an den Kurator führten, mit allen Mitteln «den Personalbestand des Lehrkörpers ordnungsmäßig wieder herzustellen».[339] (Vgl. Abschnitt 3.4, S. 70)

Ende Februar 1925 forderte der Minister neue Vorschläge für die vakante Professur an und bekundete seine Absicht, einen Experimentalphysiker zu berufen.[340] Mit der Bemerkung, sich auf «einen bedeutenden Physiker von ausgesprochener experimenteller Einstellung» fokussiert zu haben, schlug die Naturwissenschaftliche Fakultät neben Füchtbauer den Röntgen-Schüler und Direktor des Würzburger Physikalischen Instituts Ernst Wagner (1876 – 1928) sowie den Extraordinarius August Becker (1879 – 1953) von der Universität Heidelberg in dieser Reihenfolge vor.[341] Rund einen Monat nach Erhalt des Schreibens, am 25. April, lehnte der Minister die Vorschläge ab und nannte nun seinerseits einige Physiker, zu denen sich die Naturwissenschaftliche Fakultät äußern sollte. Es handelte sich dabei um Wilhelm Westphal (1882 – 1978), Rudolf Ladenburg (1882 – 1952), Peter Pringsheim (1881 – 1963), Bernhard Gudden (1892 – 1945) und Gustav Hertz (1887 – 1975). Die Fakultätsmitglieder hielten jedoch keinen der genannten Physiker für die Hallenser Stelle geeignet. Westphal sei völlig unproduktiv, Ladenburg als Persönlichkeit schwierig und unverträglich, Pringsheim habe sich bei großen Experimentalvorlesungen nicht bewährt, Gudden genüge leistungsmäßig nicht den Ansprüchen der Fakultät und Hertz besitze eine sehr gute Stellung in Eindhoven, sei seit fünf Jahren nicht als Hochschullehrer tätig und würde wegen seiner jetzigen Tätigkeit die Physik von der in Halle genügend vertretenen technischen Seite betrachten. Die wissenschaftlichen Leistungen von Hertz wurden als gut beurteilt.[342] Gleichzeitig machte die Fakultät erneut von ihrem Vorschlagsrecht Gebrauch und legte dem Minister eine völlig neue Liste vor. Einleitend erklärte sie, dass sie es diesmal für wünschenswert angesehen habe, andere Arbeitsrichtungen zu berücksichtigen, die von der durch die moderne Atomphysik gegebenen abweichen. Auf den ersten Platz setzte

[339] UAH, Rep. 6, Nr. 1402, unpaginiert, Brief des Rektors vom 5. Februar 1925
[340] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI, Bl. 468
[341] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI, Bl. 511 – 512
[342] UAH, Rep. 6, Nr. 1402, unpaginiert, Schreiben des Ministers vom 25. April 1925, Bericht der Naturwissenschaftlichen Fakultät vom 24. Juni 1925

sie den Jenenser Extraordinarius Georg Joos (1894 – 1959), «einen der aussichtsreichsten jüngeren Physiker», gefolgt von dem als Direktor der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt Berlin-Charlottenburg tätigen Eduard Grüneisen (1877 – 1949) und dem Leipziger nichtplanmäßigen Extraordinarius Ludwig Schiller (1882 – 1961).[343] Wiederum war der Fakultät kein Erfolg beschieden. Obwohl Grüneisen ernsthaft erwog, nach Halle zu wechseln, entschloss er sich doch, in Berlin zu bleiben. Als Gründe nannte er die offene und schwierige Wohnungsfrage, den anregenden wissenschaftlichen Gedankenaustausch mit zahlreichen Fachgenossen in Berlin und die für seine Forschungspläne günstigen Arbeitsbedingungen. In Halle würde dagegen keine Möglichkeit zur Fortführung seiner Pläne bestehen.[344] Ob seitens des Ministeriums die Berufung der beiden anderen Kandidaten erwogen wurde, ist in den Akten nicht verzeichnet. Die Situation verschärfte sich im August 1925 dramatisch, als Wigand das Extraordinariat für Physik, Meteorologie und Klimatologie mit den persönlichen Rechten eines ordentlichen Professors an der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim angeboten wurde und er seine Stelle an der Hallenser Universität am 30. September aufgab.[345] Ohne zusätzliche Unterstützung hätte Schmidt ein auch nur annähernd vollständiges Lehrprogramm nicht gewährleisten können. Es muss offen bleiben, ob dies dazu beitrug, die Bemühungen zur Lösung des Besetzungsproblems zu verstärken, doch am 31. Oktober unterschrieb Hertz die Berufungsvereinbarung und nahm noch im Wintersemester 1925/26 die Lehrtätigkeit auf.[346]

Hertz wurden einige Verbesserungen für das Institut zugestanden, insbesondere standen jetzt die Räume der Direktorwohnung dem Institut zur Verfügung. Gleichzeitig überließ es der Minister den beiden Institutsdirektoren, «die Angelegenheiten des Hauses im Einvernehmen» zu behandeln, entsprach also nur teilweise den Wünschen der Fakultät zur Umgestaltung des Physikalischen Instituts.[347] Es ist in diesem Zusammenhang nicht auszuschließen, dass der Minister angesichts

[343] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 26 – 27

[344] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 30; UAH, Rep. 6, Nr. 1402, unpaginiert, Schreiben Grüneisens vom 28. Juli, 25. August und 5. September 1925

[345] UAH, Rep. 4, Nr. 887, unpaginiert, Schreiben Wigands vom 9. September 1925

[346] UAH, Rep. 4, Nr. 850, Bl. 5

[347] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 37

der bald erfolgenden Emeritierung Schmidts abwarten wollte, ob eine kontinuierliche Fortsetzung von dessen Arbeitsrichtungen möglich sein würde, und erst dann bereit war, die erbetenen Änderungen im Institut vorzunehmen. Unverständlich ist jedoch die fast schon geringschätzige Behandlung einiger von Hertz geforderter Veränderungen zur Sicherung des normalen Institutsbetriebs, die weitgehend unabhängig von einer Neuorganisation des Instituts waren. Zum Beispiel bedurfte es des mehrfachen Reklamierens, ehe Hertz im Mai 1927 die Mittelzusage für die bereits in den Berufungsverhandlungen gebilligte Erneuerung der Heizungsanlage erhielt. Zuvor hatte er vergeblich wiederholt darauf verwiesen, dass durch die ungenügend geheizten Räume die richtige Durchführung des Institutsbetriebes und die volle Entfaltung seiner eigenen Forschungstätigkeit im Winterhalbjahr unmöglich sei.[348]

Abbildung 4.4
Gustav Hertz, Ordinarius für Experimentalphysik in Halle 1925 – 1928

Bevor die Entscheidung zur Neuorganisation der Institutsstruktur anstand, kam es wieder zu einer Verstärkung des Lehrkörpers am Physikalischen Institut. Am 15. Januar 1927 wurde Wilhelm Hanle

[348] UAH, Rep. 6, Nr. 2256, unpaginiert, Schreiben von Hertz vom 8. Juni 1826 und 27. Januar 1927, Schreiben des Kurators vom 2. Februar 1927

(1901 – 1993), nachdem er die vorgeschriebenen Habilitationsleistungen erbracht hatte, als Privatdozent für Physik in die Naturwissenschaftliche Fakultät aufgenommen.[349] Hanle hatte in Heidelberg und Göttingen, dort unter anderem bei Max Born (1882 – 1970) und James Franck (1882 – 1964), studiert, und war dort als Assistent des letzteren 1924 promoviert worden. Im Februar 1926 hatte er nach einer Zwischenstation bei Gerlach in Tübingen eine Assistentenstelle bei Hertz in Halle angetreten und forschte zur Resonanzfluoreszenz.

Abschließend ist noch eine von Schmidt forcierte Initiative genauer darzustellen, da sie zum einen erneut die stärkere Hinwendung zu praktischen Fragestellungen unterstreicht, zum anderen in späteren Diskussionen eine Rolle spielt. Auf ihrer Sitzung vom 4. Mai 1926 beschloss die Naturwissenschaftliche Fakultät einstimmig, die Errichtung einer Professur für Flugwissenschaft zu beantragen. In Verbindung mit der geplanten Erweiterung des Hallenser Flugplatzes wollte die Fakultät die sich bietenden Möglichkeiten für wissenschaftliche Arbeiten und für eine «sehr wichtige Erweiterung des Lehrplanes» nutzen. Der Magistrat der Stadt versprach sich im Widerstreit mit der Stadt Leipzig eine wichtige Unterstützung für den Flugplatz, wenn dieser wegen seiner Nutzung für flugwissenschaftliche Arbeiten auch vom Kultusminister befürwortet werde, und war bereit, als Gegenleistung großzügig Räumlichkeiten und finanzielle Mittel zur Verfügung zu stellen. Gleichzeitig führte die Fakultät einen wichtigen wissenschaftlichen Grund an. Die im Flugwesen zu lösenden Probleme hätten einen Schwierigkeitsgrad erreicht, dass es zu deren Behandlung «an gutgeschulten Mathematikern fehle». Den Ingenieuren von den Technischen Hochschulen mangele es dazu an Kenntnissen «in den höchst entwickelten Teilen der Mathematik» und in der theoretischen Physik. Es bestehe daher das dringende Bedürfnis,

> «die gründliche Ausbildung der Studierenden der Mathematik und Physik an den Universitäten [...] mehr als bisher nutzbar zu machen.»

[349] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. XI, Bl. 433. Hanles Angabe in dem beigefügten Lebenslauf, im November 1926 promoviert worden zu sein, ist offenbar ein Schreibfehler, da der Dekan bereits am 20. November 1926 über sein Habilitationsgesuch berichtete. UAH, Rep. 4, Nr. 867, unpaginiert

Dabei gehe es keinesfalls um eine Konkurrenz zu den Technischen Hochschulen, denn es sollten «vor allem die mathematisch-physikalischen Fragen des Flugwesens theoretisch und praktisch erarbeitet werden, die zur weiteren Entwicklung des Flugwesens unbedingt nötig sind» und nicht von den Technischen Hochschulen behandelt würden.[350] Der Kurator ergänzte in seinem Begleitbrief an das Ministerium, dass der Magistrat der Stadt Halle im Haushaltsetat für das kommende Jahr bereits den Betrag von 10 000 Mark für aeronautisch-meteorologische Forschungen eingeplant habe, der der Universität zur Verfügung stünde. Außerdem informierte er den Minister, dass die Fakultät einer Umwandlung des derzeit vakanten Extraordinariats für Mathematik in ein solches für Flugwissenschaft zustimmen würde. Sie wolle aber nicht selbst diese Initiative ergreifen, da die Mathematiker ihr Gesuch hinsichtlich der Berufung eines Extraordinarius für Mathematik erneuern würden, sobald sich die Finanzlage in Preußen grundlegend verbessert habe.[351] Die Mathematiker versprachen sich vermutlich von der Einrichtung dieser Professur für Flugwissenschaft einen hinreichend großen Nutzen für ihr Fachgebiet, um dafür zumindest zeitweilig auf das Extraordinariat zu verzichten. Der Minister stand den Vorschlägen aufgeschlossen gegenüber, wollte sich aber gegen weitere Kosten absichern. Er knüpfte die Einrichtung der Professur deshalb an die Bedingung, dass die Stadt Halle sowohl die Kosten für die Errichtung des erforderlichen Instituts auf dem Flugplatz übernahm, als auch die für den laufenden Institutsbetrieb. Der Kurator wurde beauftragt, eine dahingehende Erklärung des Magistrats der Stadt vorzulegen.[352]

Gleichzeitig gab es jedoch einen deutlichen Widerstand gegen diese Pläne. In den Akten des Kultusministeriums findet sich ein Gutachten, in dem die Bestrebungen der Stadt und der Universität massiv angegriffen wurden. Zu Recht richtete sich die Kritik gegen die unklare Bestimmung der Professur, da es eine Flugwissenschaft als solche nicht gäbe, sondern für die Luftfahrt viele Disziplinen von Bedeutung seien, wie Meteorologie, Aerodynamik und Thermodynamik. Diese Fächer könnten unmöglich in einer Professur vereinigt und von einer Person betreut und gelehrt werden. Zudem mangele es in Halle an den nötigen

[350] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 227 – 228v
[351] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 228v – 229
[352] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 232

Einrichtungen, um all diese Fachgebiete sachgemäß zu betreiben. Für Halle wäre höchstens eine aerologisch-meteorologische Ausbildung mit dem Abschluss als Flugplatzmeteorologe sinnvoll.[353] Für den in späteren Akten der Universität Halle gefundenen Hinweis, dass von der Errichtung der Professur Abstand genommen wurde, fand sich keine weitere Begründung, speziell nicht die Übermittlung der von der Stadt geforderten Erklärung, den Betrieb des neuen Instituts zu finanzieren.[354] Es darf aber vermutet werden, dass sowohl die fachlichen Gegenargumente wie die finanziellen Belastungen zur Einstellung der Pläne führten bzw. weniger dominant in die Bestrebungen zur Förderung der technischen Physik eingeordnet wurden.

Für die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik bleibt erneut der starke Einfluss anwendungsorientierter Forschungen festzuhalten. Die Fragen der theoretischen Grundlagen einer physikalischen Disziplin und ihr systematischer Aufbau unter Einbeziehung der mathematischen Beschreibung der verschiedenen Sachverhalte spielte dagegen für die Begegnung der Physiker und Mathematiker an der Hallenser Universität eine untergeordnete Rolle. Für sie bildeten die mit der praktischen Nutzung der physikalischen Erkenntnisse entstehenden Probleme das bevorzugte Themenfeld.

4.3 Die Neuorientierung des Physikalischen Instituts

Gemäß den gesetzlichen Bestimmungen wollte Schmidt seine Emeritierung zum 1. Oktober 1927 beantragen und teilte dies schon frühzeitig der Naturwissenschaftlichen Fakultät mit, um ihr genügend Zeit für die Lösung der sich daraus ergebenden Probleme zu verschaffen. Bereits am 23. Februar 1927 unterbreitete der Kurator dem zuständigen Ministerialbeamten die Vorstellungen der Fakultät, die auf der Basis einer einvernehmlichen Verständigung mit den Mathematikern erarbeitet

[353] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 233 Das handschriftliche Votum stammt vermutlich von dem Ministerialrat Otto von Rottenburg (1885 – ?).

[354] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 218. Die Erklärung der Stadt Halle ist möglicherweise nie angefordert worden, da die offizielle Beauftragung des Kurators, mit den Vertretern der Stadt zu sprechen, in der Aktennotiz gestrichen wurde. Ebenda, Bl. 235

worden waren. Kurze Zeit danach besprachen die Professoren der Physik, Hertz und Schmidt, und der Mathematik, Hasse und Jung, letzterer zugleich als Dekan, als Repräsentanten der Fakultät die Angelegenheit im Ministerium. Sie stimmten gemeinschaftlich überein,

> «daß das dringendste Bedürfnis in Halle, die Schaffung einer weiteren physikalischen Professur ist, derart, daß dort Experimental-Physik, technische Physik und theoretische Physik je durch einen Lehrstuhl vertreten sind.»

Die Physik solle künftig Zentralfach sein. Für die zusätzliche Professur stehe das seit dem Tod von Eberhard vakante mathematische Extraordinariat zur Verfügung, nachdem der Plan, dieses in eine flugwissenschaftliche Professur umzuwandeln, aufgeben worden war. Eine Neuordnung und Erweiterung der Räumlichkeiten solle weiter diskutiert werden, vorläufig bleibe die bisherige Nutzung im Wesentlichen bestehen.[355] Dabei waren die vier Fachvertreter wohl auch davon ausgegangen, dass speziell für die theoretische Physik ein reiner Theoretiker zu berufen sei, der «keinerlei Institutsgrundlage» brauche, wie dies der Kurator im Vorfeld der Besprechung skizziert hatte.[356] Schmidt benutzte im Mai 1927 das Einreichen seines offiziellen Antrags auf Emeritierung als Anlass, um dem Kurator diese Vorschläge vorzutragen und zu unterstützen. Hinsichtlich der Professur für technische Physik betonte er, dass diese besonders die technische Wärme- und Elektrizitätslehre sowie deren Anwendung in der Flugtechnik berücksichtigen sollte. Damit würde einerseits den Bedürfnissen der «grosse[n] Industrie in der Umgebung von Halle» entsprochen, andererseits ein aktuelles, im raschen Fortschritt befindliches Gebiet gefördert, zu dem er auch die Studien zur drahtlosen Telegraphie rechnete. Im Zusammenhang mit der Einrichtung eines Flugplatzes würden technisch-wissenschaftliche Untersuchungen auf dem Gebiet der Flugwissenschaften von der Stadt Halle besonders finanziell gefördert, wovon die Fakultät bereits profitiert habe. Außerdem unterstützte Schmidt die Einrichtung einer Privatdozentur für Meteorologie, um Wigands Studien zur Physik der freien Atmosphäre fortzusetzen. Diese Arbeiten konnten ebenfalls auf eine Förderung durch den Hallenser Magistrat rechnen.[357]

[355] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 218
[356] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 213v
[357] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 216 – 217

In Verbindung mit der Emeritierung Schmidts signalisierte der Minister dem Kurator am Ende der ersten Juniwoche 1927 seine Zustimmung zu dem Vorschlag der Naturwissenschaftlichen Fakultät und forderte Besetzungsvorschläge an.[358] Diese unterbreitete die Fakultät am 20. Juli und führte den derzeit in Kopenhagen tätigen Göttinger Privatdozenten Werner Heisenberg, den Leipziger Extraordinarius Gregor Wentzel (1898 – 1978) und den ebenfalls in Göttingen als Privatdozent lehrenden Friedrich Hund (1896 – 1997) in dieser Reihenfolge als Kandidaten an. Alle drei hatten sich durch wichtige Beiträge zur theoretischen Physik für die Hallenser Stelle empfohlen. Speziell Heisenberg wurde als «ein Forscher von ganz außergewöhnlichen Fähigkeiten» und für seine Grundlegung der neueren Quantenmechanik gelobt. Da dieser zu diesem Zeitpunkt noch vier weitere, teilweise verlockende Angebote hatte, unter anderem auf Ordinariate in Leipzig und Zürich, von denen er ersteres im Herbst 1927 annahm, kam er nicht mehr ernsthaft in Betracht. Eine undatierte Aktennotiz vermerkt stichpunktartig die Einschätzungen von Max Planck (1858 – 1947), Born, Sommerfeld und Erwin Schrödinger (1887 – 1961) zu der Kandidatenliste sowie neben den Namen von Heisenberg und Hund die jeweils ergangene Berufung nach Leipzig und Zürich bzw. Rostock.[359] Die im Oktober 1927 eingeleiteten intensiven Bemühungen um Wentzel scheiterten letztlich am raschen Handeln des Sächsischen Kultusministeriums, das diesem auf einen von Debye und Heisenberg initiierten Antrag der Leipziger Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät ein persönliches Ordinariat und eine Gehaltszulage im Falle des Verbleibens an der dortigen Universität in Aussicht stellte.[360] Am 27. März 1928 lehnte Wentzel das Hallenser Stellenangebot ab und gab als Gründe an,

> «die Möglichkeit, hier [d. h. in Leipzig] mit den Herren Debye und Heisenberg zusammen zu arbeiten, und die Hoffnung, daß die hier neugegründete Schule der theoretischen Physik bald mit den besten der altbewährten Schulen wird wetteifern können.»[361]

Aus einem Brief des späteren Ordinarius Gerhard Hoffmann (1880 – 1945) geht jedoch hervor, dass ein wesentlicher Grund die Ablehnung von

[358] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 219
[359] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 444
[360] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 439; Schlote 2008, S. 204 f.
[361] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 442

Wentzels Forderung war, die Stelle in ein Ordinariat umzuwandeln.[362] Schließlich sagte Anfang Juni auch der inzwischen nach Rostock berufene Hund ab, da er die erst kurz zuvor übernommene Professur, für die das Mecklenburg-Schwerinische Ministerium alle von ihm vorgetragenen Wünsche erfüllt hatte, nicht schon wieder verlassen wollte.[363] Das Berliner Ministerium forderte daraufhin die Hallenser Naturwissenschaftliche Fakultät auf, beschleunigt neue Personalvorschläge einzureichen. Die Vorlesungen für theoretische Physik waren vertretungsweise von Hanle ab dem Wintersemester 1927/28 übernommen worden.

Inzwischen hatte sich die Situation aber weiter verschärft, denn am 26. November 1927 hatte Hertz um seine Entlassung als Professor und Direktor des Physikalischen Instituts zum 1. April 1928 gebeten, da er die Leitung des Forschungslabors der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft (AEG) in Berlin übernehmen wolle.[364] Ab diesem Zeitpunkt trat natürlich die Wiederbesetzung der Schmidt'schen Stelle gegenüber der Suche nach einem neuen Ordinarius für Experimentalphysik etwas in den Hintergrund, was aber keinen Einfluss auf das Scheitern der diesbezüglichen Bemühungen hatte. Der Minister forderte nachdrücklich rasch eine Kandidatenliste für die Berufung eines Nachfolgers von Hertz an[365] und erhielt diese im Januar 1928. Die Mitglieder der Fakultät nominierten die drei Extraordinarien Karl Wilhelm Meissner (1891 – 1959), Gerhard Hoffmann und Ernst Back (1881 – 1959) in der angegebenen Reihenfolge. Meissner und Back waren Schüler von Paschen und hatten sich besonders durch spektroskopische Forschungen große Anerkennung erworben. Der an der Universität Frankfurt/M. lehrende Meissner wurde als «einer der hervorragendsten Serienspektroskopiker Deutschlands» und vorzüglicher Lehrer charakterisiert, der die theoretischen Zusammenhänge ebenfalls mit im Blick habe. Bei Back (Universität Tübingen) hob die Fakultät die führende Stellung bei Untersuchungen zum Zeeman-Effekt und den Einfluss seiner Arbeiten auf die Atomphysik hervor. Für Hoffmann (Universität Königsberg) sprachen die Erfolge bei der «außerordentlichen Verfeine-

[362] UAH, Rep. 4, Nr. 850, Bl. 21
[363] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 443
[364] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 317
[365] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 320

rung der elektrostatischen Messmethoden», mit denen er der messenden Physik bisher unzugängliche Probleme erschloss. Abschließend lehnte die Fakultät die in einem Separatvotum von Hanle auf den ersten beiden Plätzen vorgeschlagenen Ladenburg und Pringsheim ab und bat um eine rasche Abwicklung des Verfahrens, um dann auch die beiden anderen noch vakanten Professuren besetzen zu können.[366] Hanle hatte als Dritten noch Meissner genannt und seine Auswahl durch das fachliche Renommee der Betreffenden und die bisher am Institut durchgeführten Forschungen motiviert, letzteres um wegen der damit verbundenen Kosten eine größere Umstellung des Instituts zu vermeiden.[367] Der Kurator fügte in seinem Begleitschreiben noch an, dass Hertz nicht ganz mit der Meinung der Fakultät übereinstimme und dies persönlich im Ministerium vortragen werde. Ohne die Ansicht von Hertz näher darzulegen, unterstützte er diese, da sie den Interessen der Universität besser gerecht werde.[368] Zwei Monate später unterzeichnete Hoffmann die mit dem zuständigen Ministerialvertreter ausgehandelte Berufungsvereinbarung, in der ihm unter anderem zusätzliche Finanzmittel für den Erwerb der zur Fortsetzung seiner Forschungen nötigen Apparate zugesagt wurden. Bemerkenswert ist noch der Passus, dass er gemeinsam mit dem Kurator und dem neu zu berufenden Professor für Chemische Physik Vorschläge für eine andere Einteilung des Physikalischen Instituts machen werde. Mit der Berufung Hoffmanns beseitigte der Minister auch die zuvor bestehende uneinheitliche Bezeichnung für das Physikalische Institut und seiner Abteilungen etwa im Personalverzeichnis und im Haushaltsetat. In der Mitteilung an den Kurator ordnete er an, dass die von Professor Hertz bisher innegehabten Institutsräume die Bezeichnung «Institut für experimentelle Physik» zu führen haben, als deren Direktor Hoffmann fungierte. Die Benennung des zweiten Institutsteils ließ er noch offen.[369] Bisher war vom Physikalischen Institut bzw. von Institut und Laboratorium gesprochen und im letzteren Fall neben der Technologischen Sammlung das Laboratorium für angewandte Physik als Unterabteilung gesondert aufgeführt worden.

[366] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 383 – 386
[367] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 387 – 388
[368] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 386v
[369] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 392 – 393

Abbildung 4.5
Gerhard Hoffmann, Ordinarius für Experimentalphysik in Halle 1928 – 1937

Während der Berufungsverhandlungen mit Hoffmann bemühte sich der Ministerialvertreter, zugleich die Besetzung der Professur für theoretische Physik voranzubringen. Vor der abschließenden Besprechung im Ministerium hatte Hoffmann nicht nur das Hallenser Institut besichtigt und mit seinem Amtsvorgänger sowie dem Kurator gesprochen, sondern nach Aufforderung durch den zuständigen Ministerialbeamten auch mit Gregor Wentzel in Leipzig die Übernahme der Professur für theoretische Physik in Halle diskutiert. Wenige Tage später sagte jedoch Wentzel, wie oben erwähnt, die Stelle ab. Noch bevor die Naturwissenschaftliche Fakultät die Diskussion über die möglichen Nachfolger auf Schmidts Stelle beendet hatte, versuchte Hoffmann Mitte Juli nochmals Wentzel nach Halle zu holen. In einem Brief an den Rektor argumentierte er nachdrücklich, dass «eine wirklich gute Vertretung der theoretischen Physik in Halle nur» bei Umwandlung der «Professur in ein Vollordinariat» zu erreichen sei.[370] Unter dieser Bedingung ergäben sich ganz neue Auswahlmöglichkeiten und speziell gute Chancen, Wentzel nach

[370] UAH, Rep. 4, Nr. 850, Bl. 21

Halle zu ziehen. Es bestehe größtes Interesse, «die theoretische Physik besonders gut zu besetzen». Grundlegend für die weitere Entwicklung sei die enge «Zusammenarbeit von mathematischer Wissenschaft und Experiment unter Beherrschung der ganzen erscheinenden Literatur». Die Universitäten hätten diesbezüglich einen deutlichen Vorteil vor den Technischen Hochschulen und es sei «eine Lebensfrage für die Universitätsphysik, durch Heranziehung der besten Kräfte ihre führende Stellung zu wahren.» Außerdem habe sich die theoretische Physik zu einem selbständigen Wissensgebiet entwickelt, für das die früheren Besetzungsgewohnheiten mit dem späteren Wechsel zu einem Lehrstuhl der Experimentalphysik nicht mehr angemessen seien.[371] Basierend auf dieser klaren Einschätzung zur Rolle der theoretischen Physik bat Hoffmann den Rektor, zum Wohle der Universität die Umwandlung der Professur trotz der zu erwartenden Schwierigkeiten in die Wege zu leiten. Es dürfte jedoch kaum zu größeren Aktivitäten gekommen sein, denn wie der Rektor auf dem Schreiben vermerkte, zog Hoffmann den Antrag am 28. Juli 1928 zurück.

Vier Tage später reichte die Naturwissenschaftliche Fakultät ihre neue Vorschlagsliste zur Besetzung der Professur für theoretische Physik über den Kurator ein. Einleitend unterstrich sie, auch bei dieser Berufung die Belange der technischen Physik nicht außer Acht zu lassen, indem sie einen Physiker suche, der «einerseits der schnellen Entwicklung der immer weiteren Teilen der Physik als Grundlage dienenden Quantenmechanik» zu folgen vermöge und durch eigene Forschungen bereichere, «andererseits in Forschung und Lehre auch mit anderen Teilen der Physik Fühlung hält, besonders auch auf die Anforderungen der praktischen Anwendungen eingeht.»[372] Auf dem ersten Platz nominierte sie den als Forscher und Lehrer gleichermaßen sehr geschätzten Extraordinarius Adolf Smekal (1895 – 1959) von der Universität Wien, auf dem zweiten Platz den Privatdozenten Erwin Fues (1893 – 1970) von der Technischen Hochschule Stuttgart, der unter anderen bei Schrödinger und Niels Bohr (1885 – 1962) gearbeitet und wesentlichen Anteil an der Hebung der theoretischen Physik in Stuttgart hatte, sowie an dritter Stelle den als Assistent von Schrödinger in Berlin tätigen und am Ausbau der neuen

[371] UAH, Rep. 4, Nr. 850, Bl. 22 – 23

[372] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 487; gesamtes Schreiben der Fakultät, ebenda, Bl. 487 – 490

Quantenmechanik erfolgreich beteiligten Privatdozenten Fritz London (1900 – 1954). Da Smekals Forschungsaktivitäten in dem Antrag nur grob und sehr allgemein beschrieben wurden, muss bezweifelt werden, dass die Fakultätsmitglieder in ihrem Urteil der von Smekal in den letzten Jahren vollzogenen stärkeren Hinwendung zu experimentellen Untersuchungen die nötige Beachtung geschenkt hatten. Zusammen mit dem oben zitierten Bekenntnis, die Aspekte der Anwendungen gleichfalls im Blick zu haben, konnte Smekals Nominierung als Spitzenkandidat im Ministerium leicht falsch interpretiert werden, etwa als ein Abrücken von der Gewinnung eines reinen theoretischen Physikers.

Wie bei der ersten Vorschlagsliste holte das Ministerium noch das Urteil von führenden deutschen Physikern ein und, obwohl Smekals Spitzenposition nicht unwidersprochen blieb, wurde an der Reihenfolge festgehalten.[373] Am 23. Oktober unterzeichnete Smekal die Berufungsvereinbarung, die aber von den Vorstellungen und den Interessen der Fakultät grundlegend abwich. Da ihm darin Räume zugesichert wurden, «im Ausmaße derjenigen, die früher dem Laboratorium für angewandte Physik zur Verfügung gestanden haben», war der geplanten Professur für technische Physik eine, vielleicht die entscheidende Basis entzogen worden. Die Einrichtung dieser Professur erforderte nun zugleich die Schaffung entsprechender Räumlichkeiten. Außerdem erhielt Smekal beachtliche finanzielle Mittel für sein Institut, wobei durch unpräzise Formulierungen späteren Auseinandersetzungen Vorschub geleistet wurde, sowie eine außerplanmäßige Assistentenstelle. Die Ablehnung einer gleichzeitig erfolgten Berufung an die Universität Würzburg brachte ihm nochmals eine Gehaltserhöhung.[374] Drei Wochen später ernannte ihn der Minister offiziell zum persönlichen Ordinarius und Direktor des Instituts für Theoretische Physik sowie zum stellvertretenden Direktor des Physikalischen Instituts.[375] Die Gründe für diese insgesamt recht großzügige Vertragsgestaltung mit Smekal konnten nicht ermittelt werden. Speziell verwundert das Abtreten der Räumlichkeiten, denn noch im Juli 1928 hatte sich der Minister in seiner Antwort auf ein Schreiben der Deutschen Gesellschaft für technische Physik klar zu der Bedeutung der technischen Physik bekannt. Die eingetretene

[373] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 496
[374] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 497
[375] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 499 – 500

Verzögerung in der Besetzung dieser Professur in Halle erklärte er mit der Tatsache, dass über alle drei Physik-Professuren zu entscheiden war und dies sich hinsichtlich der theoretischen Physik ohne Verschulden des Ministeriums unliebsam verzögert habe.[376] Die Gesellschaft hatte für eine baldige Besetzung des Lehrstuhls für technische Physik plädiert und die Bedeutung dieser Disziplin für die Universität sowie für das Industrie- und Wirtschaftsleben Deutschlands betont.

Die erste Vorschlagsliste für die Professur für technische Physik war von der Fakultät am gleichen Tage wie jene für die theoretische Physik eingereicht worden.[377] Vorangestellt waren sehr ausführliche Darlegungen über die Anforderungen der Praxis an den Physiker hinsichtlich seiner Kenntnisse in experimenteller und theoretischer Physik, aber auch in technischer Physik, über die zur Behandlung vieler Probleme nötigen mathematischen Kenntnisse und über die Notwendigkeit, die technische Physik als Lehrfach an den Universitäten zu etablieren. Gerade das Ineinandergreifen mathematischer und physikalischer Kenntnisse könne am besten im universitären Unterricht gelehrt werden. Unter Hinweis auf die bereits in Göttingen und Jena bestehenden Institute für Technische Physik und die Lage Halles inmitten «eines gewaltig sich entwickelnden Industiegebietes [sic!]» wurde das besondere Interesse der Universität, «Technische Physik in weitestem Ausmaß» zu betreiben, abgeleitet. Bei der Auswahl der Kandidaten knüpfte die Fakultät bewusst an bestehende Forschungstraditionen an, die sie in Untersuchungen über elektrische Schwingungen in Verbindung mit der Luftfahrt, in der Erforschung der Physik der freien Atmosphäre sowie der Weiterbildung und Vervollkommnung der Luftbildaufnahmen vom Flugzeug aus erblickte. In den Vorbesprechungen hatte der Ministerialbeamte eine besondere Förderung in Aussicht gestellt, wenn die genannten Persönlichkeiten ein gewisse Gewähr böten, «aus den vorhandenen Möglichkeiten etwas wirklich Großes zu schaffen». Als solche Gelehrte erkannte die Fakultät den Professor für technische Physik an der Universität Jena Abraham Esau (1884 – 1955)[378] , der sich auf dem Gebiet der drahtlosen Telegraphie große Verdienste erworben hatte, den vorrangig mit Problemen der

[376] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 451

[377] UAH, Rep. 4, Nr. 850, Bl. 10 – 16

[378] In dem Schreiben wurden die Vornamen Esaus mit Robert A. angegeben, während sonst meist nur der Vorname Abraham verwendet wurde.

Hochfrequenztelegraphie und –technik beschäftigten Professor Heinrich Fassbender (1884 – 1970) von der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt in Berlin-Adlershof und den Professor Hans Busch (1884 – 1973), Leiter des Schwachstromlaboratoriums der AEG. Im Ministerium wurden auch zu dieser Liste Gutachten von fünf Fachleuten eingeholt, unter anderem von Nernst, Mie und Wien. Als ein Problem stellte sich die geringe Bekanntheit der Vorgeschlagenen heraus. Zu Busch gab keiner der Gutachter eine Einschätzung ab und auch die beiden anderen waren nicht allen bekannt. Die gewählte Reihenfolge wurde allgemein akzeptiert, doch kritisierten mehrere die fehlende Originalität bzw. das Fehlen durchschlagender Leistungen. Eine grundlegende Herausforderung bildete die Breite des Gebietes und die von der Universität nicht klar formulierte Zielstellung, ob sie eine breite Vertretung des gesamten Fachgebietes oder nur einzelner Teilgebiete anstrebe. Übereinstimmend, obwohl im unterschiedlichen Maße, wurde aus den Gutachten deutlich, dass die Kandidaten nicht als Repräsentanten der technischen Physik in ihrer ganzen Breite, sondern nur einzelner, weniger Teilgebiete angesehen wurden, bis hin zu der Feststellung, dass sie keine technischen Physiker, sondern vielmehr «physikalisch gut vorgebildete Techniker» seien.[379]

Von einem allgemeineren Standpunkt aus äußerte sich Nernst etwa fünf Monate später nochmals zu dem Besetzungsproblem. Da eine ganze Reihe von Absolventen und Doktoranden nach dem Doktorexamen in die Industrie gingen und dort gute Aufnahme fänden, gewinne eine Professur für technische Physik an der Universität eine größere Bedeutung. Es wäre aber nicht richtig, derartige Professuren mit kenntnisreichen Männern zu besetzen, die keine originären Leistungen hervorgebracht hätten. Vielmehr müsse zweckmäßigerweise nach Forschern gesucht werden, die eine gewisse Führungsrolle übernehmen können. Die von der Fakultät für die Hallenser Stelle vorgeschlagenen Gelehrten erfüllten dies nicht und er empfahl dann seinerseits jeweils drei etablierte und drei jüngere Wissenschaftler, die ihm geeignet erschienen. Als nach fast eineinhalb Jahren noch keine Reaktion durch das Ministerium erfolgt war, bat die Naturwissenschaftliche Fakultät am 7. Dezember 1928 um Rückgabe der Liste, damit neue Vorschläge eingereicht werden könnten.

[379] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VIII, Bl. 85, 90 – 94; Zitat Bl. 92

Gleichzeitig betonte sie, dass die gegenwärtige Verfahrensweise, die Lücke durch Gastvorlesungen zu schließen, «nur als ‹Lückenbüßer› und nicht als Ersatz gedacht» sei. Es werde weiterhin größter Wert darauf gelegt, im Physikalischen Institut die technische Physik zu besetzen.[380] Die Einrichtung der Gastvorlesungen erwies sich als sehr erfolgreich. Hoffmann und Smekal gelang es, mit den verschiedenen Referenten ein Programm zusammenzustellen, das «den Studierenden der Physik einen so vielseitigen Einblick in die technisch-physikalischen Probleme der Gegenwart» vermittelte, «wie das auf keinem anderen Wege denkbar wäre». Da die Vorträge frei zugänglich waren und auch Vertreter der umliegenden Industrie angezogen wurden, erzielte man als angenehmen Nebeneffekt eine «Vertiefung der heute unerläßlichen Beziehungen zwischen Wissenschaft und Wirtschaftsleben». Zur Fortsetzung des Programms im folgenden Studienjahr erneuerten Hoffmann und Smekal im August 1929 den Antrag auf Finanzierung der Gastvorlesungen, der vom Kurator befürwortet und vom Minister problemlos genehmigt wurde.[381]

Inzwischen hatte es weitere Aktivitäten bezüglich der Besetzung der Professur gegeben. Im Januar 1929 wandte sich der Direktor des Geodätischen Instituts der Technischen Hochschule Hannover, Paul Gast (1876 – 1941), an das Ministerium und unterstützte die Berufung Fassbenders, dessen langjährige erfolgreiche Tätigkeit in Argentinien nicht die gebührende Anerkennung gefunden hatte.[382] Im Mai protegierte das Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft mit Hinweis auf die Bedeutung der Technik in der Landwirtschaft und die gut entwickelten landwirtschaftlichen Institutionen an der Hallenser Universität den bereits dort lehrenden R. Bernstein.[383] Im gleichen Monat lenkte der Minister des Innern die Aufmerksamkeit auf Max Seddig (1877 – 1963) von der Universität Frankfurt/M. Seddig hatte in Frankfurt die Abteilung für wissenschaftliche Photographie aufgebaut und aus eigenen Mitteln eine große Apparatesammlung angelegt, so dass der Minister in der Anlage zu seinem Brief eine Abschätzung vornahm, ob es finanziell günstiger sei, Seddig nach Halle zu berufen und dort Räume

[380] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VIII, Bl. 104
[381] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VIII, Bl. 165 – 166, 168
[382] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VIII, Bl. 98
[383] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VIII, Bl. 105 – 110

für dessen Sammlung zu mieten, oder ein Institut für technische Physik in Frankfurt statt in Halle zu etablieren.[384]

Schließlich beklagte sich der Magistrat der Stadt Halle am 4. Juni 1929 im Ministerium, dass die seit 1926 der Universität für die Errichtung einer Professur für Flugwesen und zur Förderung aeronautisch-meteorologischer Forschungen jährlich zur Verfügung gestellten 10 000 RM nicht dem eigentlichen Zweck zugeführt wurden und das Interesse für die Flugwissenschaft erlahmt sei. Der Magistrat bekundete sein unvermindertes Interesse an den besagten Forschungen und, da die Besetzung des Lehrstuhls wegen Raummangels abgelehnt worden sein sollte, erweiterte er sein Angebot und sicherte zu, «sich für die Bereitstellung von Versuchs- und Lehrräumen entweder im Verkehrslandeplatz Halle/Nietleben oder im Flughafen Halle/Leipzig bei Schkeuditz oder aber in beiden einsetzen zu wollen».[385]

In der vom Minister angeforderten Stellungnahme begrüßte die Fakultät «aufs Lebhafteste» das Angebot, auch Räumlichkeiten zur Verfügung zu stellen, wandte sich aber wegen zu großer finanzieller Risiken gegen eine «Spezialprofessur mit sehr starker Betonung des Flugwesens». Sie rückte stattdessen einen Lehrstuhl für Meteorologie in den Blickpunkt und empfahl die Errichtung einer Professur für Flugwesen und Meteorologie.[386] Während sich die Fakultät darauf beschränkte, ihren Vorschlag zu begründen und gewisse Risiken abzuwägen, hielt der Kurator in dem begleitenden Bericht vom 4. November 1929 eine längere Erörterung des Problems für notwendig. (Vgl. Abschnitt 4.2, S. 127) Er schilderte die verschiedenen Entwicklungsetappen seit dem ersten Antrag auf Errichtung einer Professur für Flugwissenschaft und dem Angebot der Stadt zur finanziellen Förderung. Vornehmlich auf Betreiben von Schmidt sei die Flugwissenschaft gegenüber der technischen Physik stark in den Hintergrund getreten und die Meteorologie sei ganz ausgeschaltet worden. Als Fazit aus den bisherigen Beratungen zur Besetzung der Professur für technische Physik konstatierte er weiter, dass «auf dem durch die Berufungsvorschläge bezeichneten Wege nicht weiterzukommen ist [, ...] mit der Errichtung eines Gebäudes für

[384] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VIII, Bl. 111 – 113, vgl. auch Bl. 100 – 103

[385] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VIII, Bl. 114 – 115

[386] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VIII, Bl. 178

technische Physik in absehbarer Zeit nicht gerechnet werden kann» und «noch nicht genügend Klarheit über die Lehraufgabe einer Professur für technische Physik» bestehe. Er zeigte Verständnis für die Reaktion des Magistrats einschließlich der möglichen Streichung der Förderung und begrüßte die Entscheidung der Fakultät, zu ihren früheren Intentionen zurückzukehren und die Errichtung einer Professur für technische Physik mit Betonung der technischen Wärme- und Elektrizitätslehre einstweilen zurückzustellen. Schließlich verwies der Kurator darauf, dass die Meteorologie derzeitig vom Dozenten für Pflanzenbau und Wetterkunde gelehrt werde, der aber in einem Jahr die Altersgrenze erreiche und aus der Universität ausscheide. Dann böte sich eine gute Gelegenheit, die Meteorologie abzutrennen und in die von der Fakultät beantragte Professur zu überführen.[387]

Als das Ministerium im Januar 1930 erneut Gelder aus dem ersparten Stellengehalt des Professors Eberhard zur Finanzierung der Gastvorträge über technische Physik genehmigte, sah sich der Kurator zu der Nachfrage veranlasst, ob der Errichtung einer Professur für Flugwissenschaft und Meteorologie nicht entsprochen werde. Er machte unmissverständlich klar, dass dies, wenn es der Fall sein sollte, sich sehr nachteilig auf das Verhältnis der Stadt zur Universität auswirken würde. Schon jetzt sei eine Verstimmung unverkennbar und es wäre sehr bedauerlich, den amtierenden Oberbürgermeister Richard Robert Rive (1864 – 1947) als aufrichtigen Freund und tatkräftigen Förderer der Universität zu verlieren.[388] In den Akten findet sich jedoch keine weitere Reaktion des Ministeriums. Da in jenen Jahren im Vorlesungsverzeichnis auch keine einschlägigen Vorlesungen verzeichnet sind, kann wohl davon ausgegangen werden, dass die besagte Professur ein Wunsch blieb. Dafür sprechen auch die kostenlose Übergabe eines früher für wissenschaftliche Versuchsreihen eingesetzten Flugzeuges an die Akademische Fliegergruppe im Herbst 1931[389] sowie Jungs Mitteilung auf eine ministerielle Anfrage vom Oktober 1937, dass es derzeit keinen Dozenten für Meteorologie in der Fakultät gebe.[390]

[387] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VIII, Bl. 175 – 177
[388] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VIII, Bl. 358 – 359
[389] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. X, Nr. 60, Vol. III, Bl. 400 – 401
[390] UAH, Rep. 6, Nr. 1340, unpaginiert, Schreiben Jungs vom 8. November 1937

4.4 Die Abtrennung des Instituts für Theoretische Physik

Es soll nun die Entwicklung am Physikalischen Institut nach der Berufung Smekals wieder aufgenommen werden. Drei Tage nach der Berufungsvereinbarung unterzeichnete Smekal gemeinsam mit Hoffmann am 25. Oktober 1928 die Regelung über die Institutsverhältnisse. Teilweise in Ergänzung zu den bei Smekals Berufung getroffenen Festlegungen wurden die gemeinsame Verwaltung des Etats, die gemeinsame Beschaffung und Nutzung der Apparate sowie die Benutzung der Hörsäle nach freier Vereinbarung festgeschrieben. Weiterhin wurden die vorhandenen Assistenten dem Institut für Experimentalphysik unterstellt, das auch die Ausrichtung des elektrotechnischen Praktikums übernahm. Dem Institut für Theoretische Physik oblag die Verwaltung der Bibliothek, wozu speziell der an diesem Institut neu einzustellende Assistent herangezogen werden sollte. Eine der wichtigsten Aufgaben der beiden Institutsleiter war zunächst, das Physikalische Institut entsprechend ihren Forschungsabsichten und den Anforderungen eines modernen Unterrichts umzugestalten und zu modernisieren, sowie die Apparatesammlung zu ergänzen, nachdem die Schmidt'sche Privatsammlung und weitere wichtige, mit Geldern der Notgemeinschaft erworbene Geräte nicht mehr zur Verfügung standen. Der kleine Institutsetat reichte dazu nicht aus, so dass wiederholt zusätzliche Finanzmittel beantragt werden mussten.[391]

Im Dezember 1929 hielten es Hoffmann und Smekal für angebracht, zur Begründung eines weiteren Finanzzuschusses die Gesichtspunkte übersichtsartig in einer Denkschrift zusammenzustellen, nach denen der physikalische Unterricht und die Forschung an der Universität Halle-Wittenberg geleitet werden. Sie schilderten eingehend den den unterschiedlichen Bedürfnissen der Studierenden angepassten Vorlesungszyklus einschließlich der entsprechend variierenden Praktika, die Rolle des Institutskolloquiums, die Arbeit mit den Doktoranden sowie die Beziehungen mit anderen Universitätsinstituten. Hervorgehoben sei die von ihnen artikulierte grundsätzliche Verantwortung der Universität für eine bis zu den neuesten Erkenntnissen der Wissenschaft führende

[391] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. X, Nr. 60, Vol. III, Bl. 260 – 262, 270 – 293, 302

Ausbildung, um der Bedeutung gerecht zu werden, die die Physik für die Ausgestaltung des Wirtschaftslebens gewonnen hat. Ausgehend von den steigenden Studentenzahlen in den Vorlesungen und besonders im großen Praktikum und bei den selbständigen Arbeiten sowie von den begonnenen Forschungsarbeiten, wurden die weiteren notwendigen Veränderungen abgeleitet und die dazu erforderlichen Finanzmittel beantragt.[392]

Die Anträge wurden in der Regel vom Kurator befürwortet und trotz der sich durch die beginnende Weltwirtschaftskrise verschlechternden ökonomischen Situation vom Ministerium genehmigt. Diese großzügige Förderung habe, wie Hoffmann in der Begründung eines derartigen Antrags im November 1930 feststellte, einen Aufschwung des wissenschaftlichen Lebens und zugleich einen Zustrom von Studierenden namentlich in den höheren Semestern bewirkt.[393] Diese an sich erfreuliche Entwicklung brachte das Institut und die dort beschäftigten Mitarbeiter jedoch sehr bald an die Grenze der Belastbarkeit und bedingte, dass zunehmend Finanzmittel auch für die Einstellung zusätzlicher Assistenten, wissenschaftlicher Hilfskräfte bzw. technischen Personals beantragt werden mussten. Dies hatte sich noch verstärkt, als Hanle das Institut 1929 verließ, um ein Extraordinariat in Jena anzunehmen.[394] Die Habilitation von Heinz Pose (1905 – 1975) im Februar 1931 brachte diesbezüglich kaum eine Entlastung, denn das Institut verfügte dann zwar über einen weiteren Hochschullehrer, doch war Pose, seit 1926 am Institut tätig, längst fest in das Institutsleben integriert. Er war 1928 mit einer bei Hertz angefertigten Arbeit über die Diffusion langsamer Elektronen in Edelgasen promoviert worden, hatte danach unter Hoffmann verschiedene Assistenten- bzw. Stipendienstellen inne und zu Fragen der Atomzertrümmerung geforscht, die er auch in den folgenden Jahren weiter untersuchte. Im März 1934 bewarb er sich dann im Ministerium um einen Lehrauftrag für Atomphysik. Eine wichtige Rolle dürfte dabei die nach mehrjährigen Auseinandersetzungen erfolgte unabhängige Bestätigung des von ihm 1930 entdeckten Kernumwandlungsprozesses, der sogenannten Resonanzeindringung, und seiner weiteren Untersuchungsergebnisse durch Fachkollegen gespielt haben.

[392] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. X, Nr. 60, Vol. III, Bl. 314 – 336
[393] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. X, Nr. 60, Vol. III, Bl. 373
[394] UAH, Rep. 4, Nr. 887, unpaginiert, Schreiben des Kurators vom 17. Juni 1929

Um sich «den Forschungsaufgaben mit der notwendigen Intensität widmen» zu können, sah er sich genötigt, seine Assistententätigkeit aufzugeben, und brauchte den Lehrauftrag, um für seine Familie und sich eine gewisse Existenzsicherheit zu schaffen.[395] Am 2. Juli verlieh der Minister Pose den erbetenen Auftrag, ab dem Wintersemester 1934/35 «die Atomphysik in Vorlesungen und, soweit nötig, in Übungen» in der Naturwissenschaftlichen Fakultät zu vertreten.[396] Damit erschien die Struktur am Physikalischen Institut weiter gefestigt. Dieser Eindruck täuscht jedoch.

Im Februar 1933 hatten sich Vertreter der Technischen Hochschule München an Smekal gewandt, um über dessen mögliche Berufung als Ordinarius für technische Physik in der Allgemeinen Abteilung der Münchner Hochschule zu verhandeln, wobei die Stelle bereits in den ersten Gesprächen um die gesamte theoretische Physik erweitert wurde.[397] Die offizielle Berufung erhielt Smekal während des Sommersemesters, und er nutzte dies, um seine Stellung und die der theoretischen Physik zu verbessern. Er äußerte sich zufrieden über die Atmosphäre und die Arbeitsbedingungen in Halle und nannte einige Wünsche für den Fall der Rufablehnung, die ein Ministerialbeamter mit dem Datum vom 10. August festhielt.[398] Speziell regte Smekal an, die beiden physikalischen Institute vollständig, auch etatmäßig zu trennen, die Räumlichkeiten des Instituts für Theoretische Physik zu erweitern, die außerplanmäßige Assistentenstelle des Instituts in eine planmäßige umzuwandeln sowie einige finanzielle Verbesserungen zu gewähren. In der Aktennotiz ist schließlich noch die von verschiedenen Seiten geäußerte Bitte vermerkt, Smekal in Halle zu halten. Obwohl dieser die einzelnen Punkte nur zur Diskussion stellte und keinesfalls als Bedingungen verstanden wissen wollte, belasteten sie dessen Verhältnis zu Hoffmann, denn die Realisierung einiger Wünsche wäre letztlich nur bei einer Einschränkung der Kompetenzen Hoffmanns möglich gewesen. Circa drei Wochen später fasste Smekal seine Vorstellungen schriftlich zusammen und schickte sie über den Kurator an das Ministerium. Im

[395] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. XII, Bl. 481 – 483, zur Habilitation, ebenda, Bl. 191 – 194,

[396] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. XII, Bl. 484

[397] UAH, PA 14785, Bd. 4, unpaginiert, Schreiben Smekals vom 6. März 1933

[398] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IX, Bl. 286 – 287

Abbildung 4.6
Adolf Smekal, Ordinarius für theoretische Physik in Halle 1928 – 1945

Vergleich zu der erwähnten Aktennotiz führte er die sachbezogenen Veränderungen im Institut bzw. in der Ausstattung des Instituts im Detail an.[399] Unter den für ihn «wichtigen Fragen persönlicher Art» sprach er zusätzlich noch eine Erhöhung des Gehalts seines Assistenten und die Umwandlung seiner eigenen Stelle in ein planmäßiges Ordinariat an. Letzteres würde «in Fach- und Kollegenkreisen für einen persönlichen Ordinarius als Beförderung» angesehen und es käme vor allem dem «Fache zugute, das (im Gegensatz zum Auslande) erst an einem Bruchteil der preußischen bezw. deutschen Universitäten durch planmäßige Ordinariate vertreten wird.»[400] Der Kurator unterstrich seinerseits, dass es Smekal nicht um persönliche Vorteile gehe und dessen Entscheidung über die Ablehnung der Berufung nicht von der Erfüllung seiner Wünsche abhänge, sondern dieser nur erfahren wolle, «ob «grundsätzlich» die Geneigtheit bestehe, im Rahmen des Möglichen [...] eine erweiterte Grundlage für seine Lehr- und Forschungstätigkeit zu schaffen».[401] Außerdem deutete er an, wie einzelne Wünsche Smekals realisiert werden könnten und hatte grundsätzlich keine Bedenken

[399] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IX, Bl. 296 – 297
[400] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IX, Bl. 292
[401] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IX, Bl. 290

gegen die vorgelegten Anträge. Aus einem zur Vorbereitung einer Vereinbarung mit Smekal ausgetauschten Schreiben im Ministerium geht hervor, dass wesentliche Wünsche Smekals erfüllt werden sollten.

Die sich abzeichnende Trennung der Institute veranlasste Hoffmann, der «der weiteren Entwicklung mit großen Sorgen entgegen» sah, am 19. Oktober 1933 eine «Denkschrift zur Auflösung der bisherigen Verwaltungsgemeinschaft der beiden physikalischen Institute» an den Kurator zu schicken.[402] Er schilderte einleitend die historische Entwicklung des Instituts, die durch Schmidts Hinwendung zu physikalisch-technischen Fragen und Entfernung von der Theorie eine verhängnisvolle Entwicklung genommen hatte. Das Ministerium hatte versucht, «Institutsabteilungen abzugrenzen, Etatsteilungen durchzuführen. Es wurden selbständige Sammlungen von Apparaten geschaffen; es wurden elektrische Leitungen zerschnitten, unübersichtliche Querverbindungen gezogen, Notauditorien eingerichtet [...]». Dorns Nachfolgern, Mie und Hertz, sei es nicht gelungen, im ständigen Kampf mit Schmidt die Geschicke des Instituts in geordnete Bahnen zu lenken. Mit seiner Amtsübernahme habe er, Hoffmann, sich um die Neuorganisation des Instituts bemüht, das jetzt aus drei Teilen für experimentelle, für theoretische und für technische Physik bestehen sollte. Leider hätten dann Wentzel und Hund aus Angst vor einer erneuten Dominanz der technischen Physik die Berufung nach Halle abgelehnt. Speziell ersterer sei in den vergangenen Jahren der theoretischen Forschung treu geblieben und hätte die experimentellen Untersuchungen gut ergänzt. Auch Smekal schien die Gewähr für eine gute Repräsentanz der theoretischen Physik zu bieten, doch wandte er sich zunehmend experimentellen Forschungen zu und war nicht der erhoffte Partner für Hoffmanns kernphysikalische Arbeiten. Zugleich wurde dadurch die Einrichtung des Instituts für technische Physik aus finanziellen Gründen für absehbare Zeit unmöglich. Hoffmann bedauerte, dass Smekal den Ruf nach München nicht angenommen habe, da dessen Forschungen besser an eine Technische Hochschule passten, und führte einige Punkte, wie elektrisches Leitungsnetz, Organisation der Bibliothek und Werkstattverlegung, an, die die beabsichtigte Trennung der Institute fragwürdig erscheinen ließen. Außerdem würden die Studierenden

[402] UAH, Rep. 6, Nr. 1112, inliegende Anlagenmappe, Bl. 8 – 19

unter der Trennung leiden müssen. Trotz der Interessenunterschiede betonte Hoffmann die stets harmonische Zusammenarbeit mit Smekal, die durch einige kleine Schwierigkeiten nicht grundsätzlich in Frage gestellt war.

Smekal, der eine Abschrift der Denkschrift erhalten hatte, beantwortete diese einen Tag später mit einer ebensolchen «zur Neuregelung der Beziehungen zwischen den beiden physikalischen Instituten». Mit der Darlegung der «Berufungsumstände» benannte er die wohl entscheidende Ursache für die Spannungen mit seinem Kollegen, indem er darauf hinwies, dass er im Gegensatz zu den beiden anderen Kandidaten für die Hallenser Professur, Wentzel und Hund, kein reiner Theoretiker gewesen sei. Er habe in den Berufungsverhandlungen und in den Vorgesprächen mit Hoffmann stets deutlich gemacht, theoretisch und experimentell arbeiten zu wollen, und dies sei auch von Hoffmann akzeptiert worden. Im Vertrauen auf eine sachliche Zusammenarbeit und gegenseitiges Verständnis habe er damals Hoffmanns Vorschlag zugestimmt, keine vollständige Trennung der Institute vorzunehmen. Danach gab Smekal eine ausführliche, sachliche Analyse der bisherigen Beziehungen zwischen den Instituten, schilderte eine Reihe von Verstößen gegen verabredete Regeln oder allgemein übliche Konventionen, die sich meist negativ für das Institut für Theoretische Physik auswirkten, zeigte die sich für ihn aus der Vorlesungsverteilung ergebende Notwendigkeit auf, in seinen Lehrveranstaltungen ebenfalls im größeren Umfang experimentelle Gesichtspunkte zu berücksichtigen, und beschrieb die grundlegenden Unterschiede in den Forschungsrichtungen beider Institute. Smekal beurteilte dies aber nicht als Manko, sondern sah in der Verschiedenheit «eine notwendige positive wechselweitige [sic!] Ergänzung» bei der Bewältigung der Lehr- und Forschungsaufgaben. Die genannten Schwierigkeiten mit Hoffmann seien nicht grundsätzlicher Natur, müssten aber beseitigt werden, was durch die Trennung der Institute geschehe. Er schilderte noch einige weitere Änderungen im Detail und stimmte ausdrücklich Hoffmanns Ansicht zu, dass eine «vertrauensvoll auf gleichem Fuße» erfolgende, «dauernde persönliche Verständigung über Institutsangelegenheiten» die Basis für künftige gedeihliche Beziehungen sei.[403] Am 6. Dezember 1933 teilte Smekal

[403] UAH, Rep. 6, Nr. 1112, unpaginiert, Denkschrift Smekals vom 20. Oktober 1933 (11 Seiten)

dem Kurator mit, dass er die Berufung an die Technische Hochschule München abgelehnt habe, gleichzeitig unterschrieb er die Vereinbarung mit dem Ministerium über einige ihm im Falle seines Verbleibens in Halle zugesagte Leistungen, insbesondere die Trennung beider Institute.[404]

Hoffmanns Hoffnungen, dass sich viele Probleme durch Smekals Wechsel nach München lösen würden, hatten sich damit endgültig zerschlagen. Die unabwendbare Trennung der Institute vor Augen, kämpfte er um die Verbesserung seiner Position, um vielleicht so die Aufspaltung des Instituts doch noch zu verhindern. In der Stellungnahme zu dem interessanterweise vom Kurator bereits am 5. Dezember verfassten Vorschlag für die Etattrennung kritisierte er zu Recht die Kürzung seines Sachfonds und sah darin ein «schweres Misstrauensvotum seitens der Unterrichtsverwaltung». Er skizzierte die negativen Auswirkungen für wissenschaftliche Arbeit, speziell die der Doktoranden, und fragte nach den Gründen für die Zurücksetzung.[405] Im übrigen merkte auch Smekal zu dem Vorschlag an, dass dadurch das Institut für Experimentalphysik stets Sonderzuschüsse beantragen müsse.[406] Wenig später, am 16. Dezember, trugen Hoffmanns Assistenten und der Privatdozent Pose mit ausdrücklicher Billigung des Führers der NS-Dozentenschaft dem Kultusminister die Bedenken gegen die Institutstrennung vor und gaben der Auseinandersetzung eine gegen Smekal gerichtete Note.[407] Sie kritisierten dessen Hinwendung zu experimentellen Fragen als nicht in das Aufgabengebiet eines Theoretikers gehörig, skizzierten die sich daraus in der Ausbildung der Studenten sowie der Tätigkeit der Mitarbeiter ergebenden Schwierigkeiten und stellten Smekals Qualifikation in Frage, «dem Nachwuchs experimentelle Erfahrungen zu übermitteln», wobei sie ihm insbesondere vorwarfen, «junge Experimentalphysiker in ihrer Entwicklung [...] stark gehemmt» zu haben.[408] Wenige Tage später erhob nun auch Hoffmann in einem Schreiben an den Kurator schwere Vorwürfe gegen Smekal und stufte diesen als Experimentalphysiker ein. Der physikalische Unterricht in Halle brauche aber keine zwei

[404] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IX, Bl. 285, 303
[405] UAH, Rep. 6, Nr. 1112, inliegende Anlagenmappe Bl. 30 – 31
[406] UAH, Rep. 6, Nr. 1112, inliegende Anlagenmappe Bl. 29v
[407] UAH, Rep. 6, Nr. 1112, inliegende Anlagenmappe Bl. 33 – 36
[408] UAH, Rep. 6, Nr. 1112, inliegende Anlagenmappe Bl. 34, 35

selbständigen experimentellen Institute und die Universität könne sich dies etatmäßig auch nicht leisten.

> «Smekal erstrebt aber dieses Doppelinstitut, wobei ihm der höhere, mir [d. i. Hoffmann] der Anfängerunterricht zufallen sollte. Es muss mit aller Schärfe festgestellt werden, dass dieses Verdrängungssystem eine technische und persönliche Unmöglichkeit darstellt, die einen Dauerkonflikt bedingt und unmöglich gewünscht werden kann.»

Gleichzeitig griff er Smekals Eignung für «experimental-physikalischen Unterricht» an:

> «Ich weiss, dass Smekal in hohem Masse [sic!] befähigt ist, physikalische und technische Probleme zu sehen, aber es ist mir sehr zweifelhaft, ob er imstande ist, sie erfolgreich experimentell anzugreifen. [...] Hier in Halle aber sehen wir sich ein Institut entwickeln, wo weder Direktor noch Assistenten den Anforderungen moderner Experimentiertechnik gewachsen sind.»[409]

Zur Lösung des Konflikts schlug er eine gründliche Lokalinspektion seitens des Ministeriums vor. Schließlich unterstützte die Naturwissenschaftliche Fakultät wenige Tage vor dem Jahreswechsel einige von Hoffmanns Bestrebungen, indem sie gegen Änderungen plädierte, die Rechte und Arbeitsmöglichkeiten von Hoffmann weiter beeinträchtigen würden, und es begrüßte, «wenn der Unterricht in theoretischer Physik im Sinne seiner eigentlichen Aufgabe ausgebaut» werden würde.[410] Nach diesen Attacken war das Verhältnis dauerhaft geschädigt, doch hat sich Smekal scheinbar nicht beeindrucken lassen. Lediglich Ende Februar 1934, als er sich gegenüber dem Ministerium zur Trennung der Strom- und Gasnetze beider Institute äußerte, vermerkte er mit einem «schmerzlichen Erstaunen [...] die mannigfachsten Schwierigkeiten», die Hoffmann den experimentellen Arbeiten des Instituts für Theoretische Physik zu bereiten versuchte.[411] Letztlich blieb es bei der getroffenen Vereinbarung, mit dem Staatshaushalt für 1935 erfolgte dann die etatmäßige Trennung der beiden Institute zum 1. April 1935.[412]

[409] UAH, Rep. 6, Nr. 1112, inliegende Anlagenmappe Bl. 38 – 39
[410] UAH, Rep. 6, Nr. 1112, inliegende Anlagenmappe Bl. 37
[411] UAH, Rep. 6, Nr. 1112, inliegende Anlagenmappe Bl. 44
[412] UAH, Rep. 6, Nr. 1113, unpaginiert, Schreiben des Ministers vom 24. Oktober 1934

Zuvor kam es bereits zur Umwandlung des Extraordinariats für theoretische Physik in ein Ordinariat. Am 30. August 1934 teilte der Minister mit, dass dies rückwirkend zum 1. April 1934 erfolgt sei.[413] Da diese Umwandlung zugleich für weitere Extraordinariate an der Hallenser Universität vorgenommen wurde, handelte es sich wohl nicht um die von Smekal gewünschte vorfristige Aufwertung der Stelle, sondern um eine geplante Maßnahme zur Neustrukturierung der Hochschullandschaft.

4.5 Zwei physikalische Institute im Widerstreit

Wie schon in den Jahren zuvor, nun aber im stärkeren Maße, waren die unzureichenden Finanzmittel ein Dauerthema am Institut, speziell für die experimentelle Physik. Unermüdlich kämpfte Hoffmann um die Sicherung und Fortsetzung seiner atomphysikalischen Forschungen. Ein im Februar 1934 beantragter größerer einmaliger finanzieller Zuschuss zur Verbesserung und Modernisierung der apparativen Ausstattung wurde im Ministerium wegen fehlender Ressourcen abgelehnt und an die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft weitergeleitet, die letztlich nur einen Bruchteil genehmigte. Auch der Hinweis auf den drohenden Qualitätsverlust in der Ausbildung, der u. a. «zu einer Disqualifizierung des Doktortitels und zu einer geringen Schätzung der Universitätsausbildung seitens der Industrie» führe[414], half als Argument nur wenig. Obwohl Hoffmann mit seinen Anträgen im Ministerium bzw. bei der Notgemeinschaft, nicht zuletzt auch wegen guter Ergebnisse, durchaus erfolgreich war, musste er nicht selten die Forschungspläne den verminderten Finanzmitteln anpassen. Berücksichtigt man noch die ständige Konkurrenz zu Smekals Institut, so waren dies zweifellos keine günstigen Bedingungen für eine anregende kontinuierliche Forschung. Diese ungünstigen Rahmenbedingungen haben Hoffmann stark belastet. Im Juni 1935 wandte er sich erneut mit einem «Gesuch um Förderung des physikalischen Unterrichtes an der

[413] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. X, Bl. 66

[414] UAH, Rep. 6, Nr. 1113, unpaginiert, Gesuch Hoffmanns vom 1. Februar 1935; vgl. auch ebenda, Antrag Hoffmanns vom 3. Februar 1934, Schreiben des Ministers vom 24. Oktober 1934, Schreiben Hoffmanns vom 9. November 1934

Universität Halle» an das Ministerium. Ausgehend von der außerordentlichen Entwicklung der Physik in den letzten beiden Jahrzehnten und ihrer gestiegenen Bedeutung für die Nachbarwissenschaften und die Praxis analysierte er die Situation in Halle und skizzierte die Gefahren hinsichtlich der Verkümmerung der Forschung und der Lehre, die aus den unzureichenden Fonds erwuchsen. Er wandte sich dann den beiden Arbeitsrichtungen seines Instituts zu, der Kern- und der Hochfrequenzphysik, und erörterte die Frage, wie sinnvoll die Förderung dieser Gebiete in Halle sei. Beide stellten moderne Forschungsgebiete dar, die weltweit im Mittelpunkt des Interesses standen. Neben einer allgemeinen Argumentation zur Notwendigkeit der reinen Forschung als Wurzel für viele technische Erfindungen und Neuerungen nannte er noch einige speziell für Halle geltende Gründe: die hier entwickelten besonderen Methoden mit den daraus resultierenden Ergebnissen, die bisher erfolgreiche Heranbildung eines leistungsfähigen Nachwuchses und das Interesse der ortsansässigen Heeresnachrichtenschule an einem regen physikalisch-wissenschaftlichen Leben. Abschließend listete er einige wichtige Fördermaßnahmen auf, die vom Kurator in seinem befürwortenden Begleitschreiben nochmals hervorgehoben wurden.[415] Der Minister stimmte Hoffmanns Darlegungen zu und betonte speziell, dass er die von anderer Seite angestrebte «Trennung von Lehre und Forschung an deutschen Hochschulen [...] mehrfach öffentlich zurückgewiesen» habe, konnte aber keine große Hoffnung bezüglich der Finanzmittel machen.[416] Hoffmann erhielt dann eine finanzielle Förderung, aber nicht in der beantragten Höhe.

Selbst die im Spätherbst 1936 begonnenen Berufungsverhandlungen mit der Leipziger Universität konnte er nicht für eine nennenswerte Aufbesserung des Institutsetats nutzen, auch die Gesellschaft der Freunde der Universität Halle-Wittenberg, die zunächst einen größeren Einmalbetrag für das Institut «in sichere Aussicht» gestellt hatte, lehnte seinen Antrag am 11. Januar 1937 ab.[417] Obwohl der sächsische Kultusminister nicht alle von Hoffmanns Wünschen erfüllen konnte, zeigte er sich doch

[415] UAH, Rep. 6, Nr. 1113, unpaginiert, Gesuch Hoffmanns vom 4. Juni 1935, Schreiben des Kurators vom 7. Juni 1935

[416] UAH, Rep. 6, Nr. 1113, unpaginiert, Schreiben des Ministers vom 28. Juni 1935

[417] UAH, Rep. 6, Nr. 1113, unpaginiert, Schreiben Hoffmanns vom 16. Januar 1937

diesen gegenüber aufgeschlossen.[418] Hoffmann konnte dabei davon profitieren, dass sich das Sächsische Ministerium und die Leipziger Universität, nachdem mehrere Kandidaten die Berufung abgelehnt hatten, in einer gewissen Zwangslage befanden und ein Scheitern der Verhandlungen unter allen Umständen verhindern wollten.[419] Am 3. März 1937 wurde Hoffmann durch den Reichswissenschaftsminister als Nachfolger von Debye zum Ordinarius und Direktor des Physikalischen Instituts in Leipzig berufen und trat die Stelle am 1. April an.[420] Im Jahr zuvor hatte bereits Hoffmanns langjähriger Assistent Wilhelm Messerschmidt (1906 – 1975) nach der Habilitation das Institut verlassen und eine Stelle im Forschungslabor der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt in Berlin-Adlershof angetreten. In seiner über fünfjährigen Assistentenzeit war er im Februar 1933 promoviert worden und hatte sich 1936 mit einer Arbeit zur kosmischen Strahlung und ihren Wirkungen habilitiert. Nach dem Krieg kehrte er nach Halle zurück und leitete ab 1945 das Institut für experimentelle Physik.

Die Hallenser Naturwissenschaftliche Fakultät stand nun vor der schwierigen Aufgabe, möglichst rasch einen Nachfolger zu finden, und sollte sich auf Wunsch des Ministers insbesondere zu dem Kölner Ordinarius für Physik Fritz Kirchner (1896 – 1967) und dem in Jena als nichtbeamteter Extraordinarius tätigen Hanle äußern. In der am 23. März eingereichten Vorschlagsliste verzichtete die Fakultät prinzipiell auf die Berücksichtigung von Ordinarien. Lediglich Kirchner wurde genannt, da dessen Arbeitsmöglichkeiten in Köln als unzulänglich galten. Seine wissenschaftlichen Arbeiten, die den Röntgenstrahlen, der Elektronenbeugung und der Kernzertrümmerung gewidmet waren, wurden zwar als die aktuellsten von den betrachteten Kandidaten eingeschätzt, doch wurde er ohne genauere Begründung gleichwertig mit Ludwig Bergmann (1898 – 1959) auf den dritten Platz gesetzt. Bergmann lehrte an der Universität Breslau und hatte eine «deutlich physikalisch-technische» Einstellung. Als geeignetsten Kandidaten wählte die Fakultät Wilhelm Kast (1898 – 1980) von der Universität Freiburg, dessen Forschungsgebiet, die Untersuchung von Eigenschaften kristalliner Flüssigkeiten, zwar die größte Selbständigkeit besitzen sollte, der aber in der Zahl der wissen-

[418] SächsHStA Dresden, Ministerium für Volksbildung 10230/50, Bl. 81 – 83, 89 – 96
[419] Zu dem Berufungsvorgang vgl. [Schlote 2008], S. 219 – 221.
[420] UAH, Rep. 6, Nr. 1402, unpaginiert, Schreiben des Ministers vom 3. März 1937

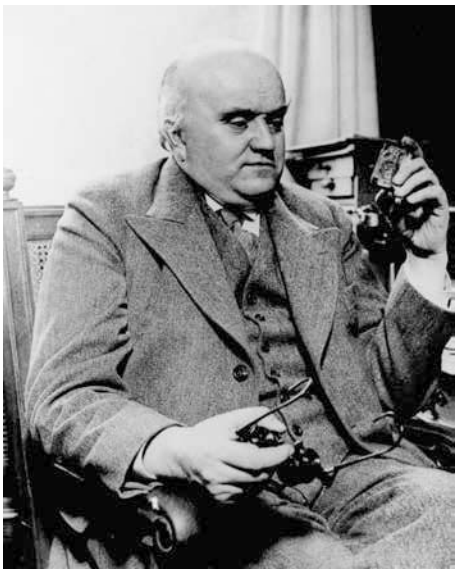


Abbildung 4.7
Johannes Weigelt, Ordinarius für Geologie und Paläontologie in Halle 1929 – 1945, Rektor 1936 – 1944

schaftlichen Publikationen gegenüber den Mitbewerbern zurückstand. Der auf dem zweiten Platz nominierte Hanle hatte in Jena seine als Privatdozent in Halle begonnenen Arbeiten über optische Eigenschaften von Gasatomen fortgesetzt und erweitert. Wie er waren auch Kast und Bergmann nichtbeamtete Extraordinarien. Abschließend unterstrich der Dekan das große Interesse der Fakultät an einer raschen Besetzung der Stelle möglichst noch zum kommenden Sommersemester und regte an, falls eine schnelle Berufung nicht realisierbar wäre, den aussichtsreichsten Kandidaten mit der Vertretung der Vorlesung zu betrauen.[421] Die Dringlichkeit der Angelegenheit wurde noch dadurch betont, dass der Rektor Weigelt die Vorschlagsliste ohne die obligatorischen Beurteilungen von den jeweiligen Universitäten und mit dem Vermerk weiterleitete, dieselbigen nach Erhalt sofort nachzureichen. Nach H. Eberle hat Weigelt auch die Rangfolge der Kandidaten beeinflusst, da ein Forscher berufen werden sollte, der mit der Heeresnachrichtenschule zusammenarbeitete.[422] Der Minister entsprach dem Wunsch der Fakultät und ersuchte Kast am 14. April «von sofort an in der Naturwissenschaftlichen

[421] UAH, Rep. 6, Nr. 1402, unpaginiert, Schreiben des Dekans der Naturwissenschaftlichen Fakultät vom 18. März 1937
[422] Eberle 2002b, S. 471

Fakultät der Universität in Halle den [...] freigewordenen Lehrstuhl für Physik, vorbehaltlich des Widerrufs, bis auf weiteres vertretungsweise wahrzunehmen» und ordnete dessen Umzug nach Halle an.[423] Das weitere Verfahren verlief ohne nennenswerte Ereignisse. Erwähnenswert ist lediglich, dass Kirchner allseits vorzügliche Beurteilungen erhielt, aber Rektor und Philosophische Fakultät sowie der Studentenführer der Universität Köln eindringlich für dessen Verbleiben in Köln plädierten, was die ministerielle Entscheidung zu Gunsten von Kast sicherlich erleichterte. Anfang August unterzeichnete dieser im Ministerium die Berufungsvereinbarung, die jedoch keinerlei Festlegungen bezüglich des Instituts enthielt, abgesehen von der selbstverständlichen Übertragung des Direktorats über das Institut für Experimentelle Physik. Die offizielle Ernennung zum Ordinarius erfolgte dann am 10. Dezember 1937 rückwirkend zum 1. November.[424] Hinsichtlich der finanziellen Ausstattung sah sich Kast mit den gleichen Problemen konfrontiert wie sein Vorgänger.

Im Rahmen der nur im bescheidenen Umfang möglichen Umgestaltung des Instituts bemühte sich Kast, auch die personelle Struktur zu verbessern, und bat den Dekan am 4. November 1937, im Ministerium zu beantragen, die sehr guten Leistungen des langjährigen Privatdozenten Pose in der Unterrichtstätigkeit und in der Forschung durch die Ernennung zum nichtbeamteten Extraordinarius zu würdigen. Die Naturwissenschaftliche Fakultät griff diese Anregung auf und am 2. Mai 1938 wurde Pose der Titel verliehen.[425] Ein Jahr später beantragte dieser dann aufgrund der veränderten Reichshabilitationsordnung seine Ernennung zum außerplanmäßigen Professor für Physik, die am 7. September 1939 unter gleichzeitiger Berufung in das Beamtenverhältnis erfolgte.[426] Zu diesem Zeitpunkt beteiligte sich Pose an einer militärischen Übung und wurde dann zur Wehrmacht eingezogen. Nur wenige Monate später

[423] UAH, PA 8685, Teil 2, Universitäts-Kuratorium zu Halle a. S., unpaginiert, Schreiben des Ministers vom 14. April 1937

[424] UAH, PA 8685, Teil 2, Universitäts-Kuratorium zu Halle a. S., unpaginiert, Abschrift der Berufungsurkunde vom 3. Januar 1938 mit Begleitschreiben des Ministers

[425] UAH, PA 12588, unpaginiert, Schreiben Kasts vom 4. November 1937, Schreiben des Dekans der Naturwissenschaftlichen Fakultät vom 12. November 1937, Schreiben des Ministers vom 2. Mai 1938

[426] UAH, PA 12588, unpaginiert, Schreiben Poses vom 11. Mai 1939, Schreiben des Ministers vom 7. September 1939

wurde er formal aus dem Heer entlassen und ab dem 1. Februar 1940 zu kriegswichtigen Forschungen zur Atomphysik an das Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik in Berlin-Dahlem versetzt und von dort Ende 1942 an die Physikalisch-Technische Reichsanstalt beordert. Erst nach Kriegsende kehrte er 1945 kurz an die Hallenser Universität zurück und wurde im Oktober des gleichen Jahres aufgefordert, seine Forschungen in der Sowjetunion fortzusetzen.[427]

Am Institut für Theoretische Physik kam es ebenfalls zu Änderungen in der Personalstruktur. Smekals langjähriger Assistent Ernst Rexer (1902 – 1983) schloss 1937 das Habilitationsverfahren erfolgreich ab und erhielt die Venia Legendi.[428] Außerdem wurde seine Stelle auf Smekals Betreiben in eine planmäßige Assistentenstelle umgewandelt. Dies ging aber zu Lasten des Instituts für experimentelle Physik, denn es erfolgte ein formaler Austausch mit der vorher von Rexer besetzten außerplanmäßigen Stelle. Im Falle eines «erneuten Wechsel[s] in der Person» sollten die Stellen wieder zurückgetauscht werden.[429] Die faktisch zum Kriegsbeginn erfolgte Berufung zum Dozenten (ohne Diäten) wurde für das Institut nicht mehr wirksam. Rexer wurde zum Wehrdienst eingezogen und war ab 1941 bis zum Kriegsende zu kriegswichtigen Forschungen abkommandiert, ab Ende 1942 zusammen mit Pose an die Physikalisch-Technische Reichsanstalt in Berlin zu kernphysikalischen Arbeiten.[430] Wie Pose war auch er nach Kriegsende in der Sowjetunion tätig und ging von dort 1956 nach Dresden, wo er ein Akademieinstitut leitete und an der Technischen Hochschule lehrte.

Im November 1938 beantragte die Naturwissenschaftliche Fakultät, die erfolgreiche Forschungs- und Lehrtätigkeit von Smekal und einem weiteren persönlichen Ordinarius durch die Ernennung zum planmäßigen Ordinarius zu würdigen.[431] Bezüglich Smekal könnte dieser Schritt dadurch zusätzlich motiviert gewesen sein, einem möglichen Berufungsangebot aus Wien zuvorzukommen, was vermutlich nicht

[427] UAH, PA 12588, unpaginiert, inliegende Rektoratsakten, Schreiben Messerschmidts vom 31. Oktober 1945
[428] UAH, Rep. 4, Nr. 2170, Eintrag: Verleihung einer Dozentur
[429] UAH, Rep. 6, Nr. 1452, unpaginiert, Schreiben des Ministers vom 10. Mai 1937
[430] UAH, PA 12588, unpaginiert, Schreiben Poses vom 16. Dezember 1942
[431] UAH, Rep. 6, Nr. 2964, unpaginiert, Schreiben des Dekans vom 11. November 1938

zustande kam.[432] Ein internes Schreiben des Ministeriums zeigt, dass hier die formale Übertragung der Planstelle versäumt worden war, denn mit der bereits früher erfolgten Umwandlung der Planstelle des Extraordinariats für theoretische Physik in die eines Ordinariats war Smekal faktisch «automatisch planmäßiger Ordinarius» geworden.[433] Nach Abwicklung aller Formalitäten, unter anderen schrieb Debye noch ein Gutachten, wurde Smekal am 31. Mai 1939 durch den Reichsminister ein planmäßiges Ordinariat rückwirkend ab 1. April 1939 verliehen.[434]

Abbildung 4.8
Wilhelm Kast, Ordinarius für Experimentalphysik in Halle 1937 – 1945

Während des Krieges habilitierten sich mit Alfred Faessler (1904 – 1987) und Wilhelm Maier (1913 – 1964) noch zwei Nachwuchswissenschaftler, die seit Februar 1938 bzw. April 1939 als Assistenten im Institut für experimentelle Physik angestellt waren und wegen

[432] Noch im März 1940 teilte Magnifizenz Weigelt auf eine Bitte von Smekal dem Berliner Ministerium mit, dass Smekal als ausgezeichneter Wissenschaftler geschätzt sei, es aber nicht die Absicht bestehe, ihm bei einem Weggang von Halle Schwierigkeiten zu bereiten. UAH, PA 14785, Bd. 4, unpaginiert, Schreiben des Rektors vom 28. März 1940

[433] BArch, DS/A66 (Film), Aufnahme 0236

[434] BArch, DS/A66 (Film), Aufnahme 0250

ihrer Beteiligung an kriegswichtigen Aufgaben als unabkömmlich eingestuft wurden. Sie waren beide Kast von Freiburg i. Br. nach Halle gefolgt. Faessler war in Freiburg 1929 als Schüler des Chemikers Georg von Hevesy (1885 – 1966) mit einer Arbeit über quantitative röntgenspektroskopische Untersuchungen promoviert worden und hatte dann mehrere Jahre als Rockefeller-Stipendiat in Pasadena (Calif.) geforscht. In seiner Hallenser Habilitationsschrift analysierte er Eigenschaften isotropisierter (metamikter) Kristalle. Außerdem beschäftigte er sich mit Radioaktivität und Kernumwandlungsprozessen. Am 26. Juli 1940 erhielt er eine Dozentur (ohne Diäten). Für Maier bildete das Studium des dielektrischen Verhaltens verschiedener Stoffe ein zentrales Forschungsfeld. Als Schüler von Kast untersuchte er die Abhängigkeit der Dielektrizitätskonstanten einer speziellen organischen Substanz von der Feldstärke und wurde mit einer diesbezüglichen Arbeit 1939 von der Hallenser Naturwissenschaftlichen Fakultät promoviert. 1944 machte er die dielektrische Anisotropie spezieller kristalliner Flüssigkeiten zum Gegenstand seiner Habilitationsschrift und wurde im gleichen Jahr zum Dozenten (ohne Diäten) ernannt.[435]

Trotz der drei Habilitationen war die Forschungssituation an den beiden physikalischen Instituten keineswegs besonders günstig. Zum einen mussten die Untersuchungen immer stärker auf kriegswichtige Themen ausgerichtet werden. Beide Institute bearbeiteten verschiedene, teilweise mit hoher Dringlichkeitsstufe versehene Aufträge des Wirtschafts- bzw. Luftfahrtministeriums. Bereits während des Vierjahresplans 1936 – 1940 waren sie, wie eine Reihe weiterer Universitätsinstitute zu Rüstungsbetrieben erklärt worden.[436] Dies schlug sich nachdrücklich in veränderten Zielstellungen der Forschungen nieder. Diese Einstufung von Instituten als Rüstungsbetriebe oder von einzelnen Projekten als kriegsrelevante Forschung impliziert jedoch nicht, dass diese tatsächlich der direkten Vorbereitung oder Unterstützung des Krieges dienten. In vielen Fällen besagte es nur, dass für die zu erwartenden Untersuchungsergebnisse die potentielle Möglichkeit bestand, für die Herstellung von militärischen Gütern, von Ersatzstoffen für die Wirtschaft usw. von Interesse zu

[435] UAH, Rep. 4, 2170, unpaginiert, Eintrag: Verleihung einer Dozentur

[436] Eberle 2002a, S. 228, 231 f. Zu den «bearbeiteten Kriegs- und Reichsaufträgen» vgl. auch das Schreiben Smekals vom 11. September 1942. UAH, PA 14785, Teil 1, unpaginiert

sein – und sei es lediglich im Sinne von Grundlagenforschung. Die Einstufung als Rüstungsbetrieb bzw. kriegsrelevante Forschung sicherte meist eine gewisse Förderung und ermöglichte es, Wissenschaftler wie Kast, Smekal, Faessler, Maier und einzelne Assistenten bzw. Hilfskräfte als unabkömmlich einzustufen. Eine genaue Aufklärung der Hallenser Verhältnisse wurde im Rahmen dieser Studie nicht vorgenommen.[437]

Im Physikalischen Institut blieb weiterhin die Mittelknappheit mit der sich jährlich wiederholenden, unvermeidbaren Bitte um Sonderzuwendungen bestehen, zu der die nahezu permanente Furcht vor der Schließung der Universität oder Teilen von ihr kam. (Vgl. Abschnitt 2.2, S. 15 – 24) Eines von vielen Indizien für die überall fehlenden Ressourcen lieferte die Ende 1939 ergangene ministerielle Verfügung, aus der Gerätesammlung die physikalischen Apparate auszusondern, die einer anderen Verwendung zugeführt werden konnten. Dazu zählten insbesondere veraltete Apparate, die zwar historisch wertvoll und der Erhaltung würdig waren, die aber für den Unterricht keine Bedeutung mehr hatten. Insgesamt wurden im Physikalischen Institut 60 Stücke mit besonders hohem Metallwert ausgesondert.[438]

Unter großen Anstrengungen wurde der Forschungs- und Lehrbetrieb bis zum Frühjahr 1945 aufrecht erhalten. Eine starke zusätzliche Belastung stellten die gespannten zwischenmenschlichen Beziehungen zwischen Smekal und Kast bzw. einigen Mitarbeitern dar. Kast hatte sich scheinbar zunächst mit der Aufteilung des Instituts, den zu geringen Fonds etc. abgefunden, zumindest gibt es in den Akten keinen Hinweis auf Auseinandersetzungen mit Smekal in der Vorkriegszeit. Ausgelöst wurden die Diskrepanzen durch einen Artikel, den Smekals Assistent Rexer im Juli 1939 in der Zeitschrift *Glastechnische Berichte* publizierte und in dem er Ergebnisse des Assistenten Helmut Wallner (geb. 1910) ohne Nennung von dessen Autorenschaft verwendete.[439] Smekal wies in einer kurzen Note, die in der gleichen Zeitschrift erschien, auf die früheren Ergebnisse von Wallner hin und forderte von Rexer eine Klarstellung.[440] Da sich Rexer nicht äußerte, beantragte Smekal am

[437] Für erste Ergebnisse vgl. [Eberle 2002a].

[438] UAH, Rep. 6, Nr. 2747, unpaginiert, Schreiben des Reichswissenschaftsministeriums vom 30. Dezember 1939, Schreiben Kasts vom 29. Januar 1940

[439] Rexer 1939a

[440] Smekal 1939a

30. August 1939 ein Verfahren gegen Rexer wegen Nichtachtung des geistigen Eigentums von Dr. Wallner. Eine rasche Klärung der Angelegenheit war durch den Beginn des Zweiten Weltkrieges und Rexers Einberufung zum Wehrdienst nicht möglich. Im Dezember 1939 forderte dann der Nationalsozialistische Dozentenbund, ein Dienststrafverfahren gegen Smekal wegen dessen Verhalten gegenüber seinen Schülern und Mitarbeitern zu eröffnen.[441] Spätestens damit erhielt der Vorgang eine politische Dimension und führte zu zahlreichen gegen Smekal erhobenen Anschuldigungen. Eine zentrale Figur bei diesen Machenschaften war der Gaudozentenbundführer Wilhelm Wagner.[442]

Für die im Mittelpunkt der Betrachtung stehende Fragestellung der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik genügt eine grobe Skizze dieser Vorgänge, zumal eine objektive Beurteilung vieler Fragen auf der Basis des vorliegenden Aktenmaterials schwer möglich erscheint. So beruhen die Darlegungen zwar auf archivalischen Quellen, doch muss für eine Reihe von Aussagen in den einzelnen Akten aufgrund der Zeitumstände angenommen werden, dass aus politischen und anderen Motiven verschiedene Handlungen bewusst einseitig interpretiert und dargestellt wurden.[443] Unabhängig von den Details bleibt die Tatsache, dass spätestens ab Mitte der 1930er Jahre Smekals Verhältnis zu seinen Kollegen und dann auch zu Vertretern der Universitätsleitung hochgradig gestört war. Im November 1941 beantragte er sogar die Einleitung eines Verfahrens gegen den Rektor der Universität und selbst das Ministerium musste sich mit diesen Auseinandersetzungen befassen.[444] Smekal hatte angeblich die Arbeit seiner Assistenten stark gehemmt, was jeweils zum offenen Bruch mit den einzelnen Wissenschaftlern und zu deren baldigem Wechsel an eine andere Universität führte. So sollten die Diskrepanzen mit Smekal ein wesentliches Motiv für Hanles Wechsel an die Universität Jena gewesen sein. Pose, der nicht zum Institut für Theoretische Physik gehörte, klagte über eine Einengung seiner Vorlesungstätigkeit und

[441] UAH, PA 14785, Bd. 2, unpaginiert, Brief des Gaudozentenbundführers vom 5. Dezember 1939 (in Materialsammlung des Kurators, Schriftstück 8)

[442] Eberle 2002a, S. 122; zu Wagner s. auch S. 120 – 123, 359

[443] Für den gesamten Vorgang vergleiche UAH, PA 14785, 4 Bde., insbesondere Bd. 2 – 4; BArch, DS/A66 (Film), Aufnahme 262 – 392

[444] Barch, DS/A66 (Film), Aufnahme 340 – 382

Arbeit. Außerdem habe Smekal die Erteilung seines Lehrauftrages zu hintertreiben versucht. G. Becherer (geb. 1915) beschuldigte Smekal, im Herbst 1935 dessen Erwerbslosigkeit verhöhnt und ausgenutzt zu haben. Immer wieder wurden auch Smekals Fähigkeiten als Wissenschaftler und seine Eignung als Hochschullehrer in Abrede gestellt. Die Streitigkeiten sind in den Akten bis zum Ende des Jahres 1943 dokumentiert, danach dürften sie durch die Tagesprobleme in den Hintergrund gedrängt worden sein. Auch hatte der Minister bereits im Oktober 1941 den Streitfall Rexer – Smekal im Wesentlichen als erledigt betrachtet. Im März 1944 berichtete noch der Professor für physikalische Chemie Karl Lothar Wolf (1901 – 1969) erfreut dem Kurator die Beilegung des Konfliktes zwischen Smekal und Kast, nachdem letzterer im Herbst 1941 «glaubte, Herrn Smekal die kollegialen Beziehungen aufkündigen und die Kolloquiumsgemeinschaft aufheben zu müssen».[445]

Gerade in einer entscheidenden Entwicklungsphase der Physik, als sie den Wandel zur modernen Physik vollzog, war ihr Voranschreiten an der Hallenser Universität durch persönliche Disharmonien zwischen den Vertretern der beiden Professuren stark behindert. Die Verantwortung dafür trug im entscheidenden Maße das Reichs- und Preußische Ministerium für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung. Zu den geringen finanziellen Fonds, durch die schon im 19. Jahrhundert der Aufschwung des Faches deutlich gebremst wurde, kam nach dem Ausscheiden Althoffs, dass das ordnende Eingreifen durch das Ministerium, um grobe Fehlentwicklungen zu verhindern oder zu korrigieren, zurückging bzw. völlig fehlte. Unter Schmidt konnte das Extraordinariat für theoretische Physik in eines für technische Physik mutieren. (Vgl. Abschnitt 4.2) Hinsichtlich der Forschung kam dies «nur» einer anderen Schwerpunktsetzung gleich und entsprach durchaus einem der neueren wichtigen Trends, doch waren weder die finanziellen Ressourcen noch die Institutsstruktur für einen solchen Wandlungsprozess ausreichend. Spätestens nach dem Tode Dorns hätte mit der Regelung von dessen Nachfolge eine Klärung der weiteren Forschungsschwerpunkte erfolgen müssen, gegebenenfalls durch das Ministerium oder den Kurator im Einklang mit den Wünschen der Fakultät hinsichtlich der vorgeschlagenen Theoretiker. Statt dessen war mit der Berufung von Mie zum Or-

[445] UAH, Rep. 6, Nr. 2965, unpaginiert, Vereinbarung Smekal – Kast vom 14. März 1944, Beilage zum Brief Wolfs vom 17. März 1944

dinarius für Experimentalphysik die Konkurrenz zwischen den beiden Abteilungen des Physikalischen Instituts vorprogrammiert und konnte nicht ohne Folgen für das Forschungsklima bleiben. Die Vorstellung der Fakultätsmitglieder, das Problem durch die Schaffung einer dritten Professur zu lösen, wie sie 1919 angedeutet wurde, muss bei den damals verfügbaren Finanzmitteln als illusorisch eingeschätzt werden und hat durch die damit verbundene aufschiebende Wirkung die Situation verschlechtert. Die Frage, ob mit der angebahnten Aktivierung der regionalen Industrie und einer teilweise durch Drittmittel finanzierten Professur bei einer flexibleren Haltung im Ministerium eine tragfähige Lösung gelungen wäre, kann nicht endgültig beantwortet werden, erscheint aber nicht unmöglich. Die ausbleibende Profilierung auf für eine Universität allgemein als sachgemäß angesehene Forschungsrichtungen ließ die oben genannten Probleme bestehen und verminderte das Ansehen der beiden Professuren, wie bei deren Wiederbesetzung spürbar wurde. Wenn man auch Prokophs Vermutungen[446] bezüglich der geringschätzenden Bewertung und Aufnahme von G. Hertz durch die Naturwissenschaftliche Fakultät vielleicht nicht bis in die letzte Konsequenz akzeptiert, die Tatsache bleibt, dass dieser nur kurze Zeit in Halle lehrte und keine Verhandlungen über sein Bleiben in Halle geführt wurden.[447]

Die danach fast gleichzeitig notwendig werdende Neubesetzung der beiden Physikprofessuren brachte nicht die von der Naturwissenschaftlichen Fakultät angestrebte kompetente Etablierung von Forschungen in der Experimental-, der theoretischen und der technischen Physik. Mit Smekal wurde für die theoretische Physik ein Gelehrter vorgeschlagen und dann berufen, der der von der Fakultät entwickelten Konzeption eines reinen Theoretikers widersprach und der mit seiner Einbeziehung experimenteller Arbeiten die Einrichtung der dritten Professur für technische Physik im Physikalischen Institut allein aufgrund der Raumsituation unmöglich machte. Dies ist keine Schuldzuweisung an Smekal, da er die Vorstellungen zu seinen Arbeiten in die Berufungs-

[446] Prokoph 1985, S. 124f.

[447] Lediglich der Kurator hatte frühzeitig den drohenden Weggang von Hertz erkannt und versucht, im Rahmen seiner Möglichkeiten Bedingungen zu schaffen, die Hertz zum Verbleiben in Halle veranlassen könnten. GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. X, Nr. 60, Vol. III, Bl. 161, 164

verhandlungen einfließen ließ, zeigt aber die Störanfälligkeit des von der Naturwissenschaftlichen Fakultät verfolgten Konzepts. Außerdem ist nicht auszuschließen, dass in dem Berufungsverfahren zugleich eine gewisse Fehleinschätzung der Smekal'schen Forschungen durch die Fakultät und die von ihr konsultierten Berater erfolgte. Die angestrebte Neuorganisation des Physikalischen Instituts kam damit nicht zustande und der alte Zustand blieb faktisch bestehen. Den Ministerialbeamten war sicher klar, dass auf diese Weise das Ansehen des Hallenser Physikalischen Instituts nur bedingt verbessert wurde. Doch auch das Ministerium war in einer gewissen Zwangslage und gab der Berufung eines angesehenen Gelehrten den Vorzug vor einer möglicherweise langwierigen Suche nach einem «reinen theoretischen Physiker» entsprechend der Konzeption der Fakultät – eine Entscheidung, die durchaus im Interesse des Instituts lag und bei besserer persönlicher Harmonie zwischen den beiden Professoren dessen Ansehen erhöht hätte. Abschließend bleibt noch festzuhalten, dass trotz der vielfältigen Probleme und Schwierigkeiten die Vertreter der Physik an der Hallenser Universität im Untersuchungszeitraum im Allgemeinen für eine solide Ausbildung in ihrer Disziplin sorgten und teilweise beachtliche Forschungsresultate erzielten (vgl. Kapitel 7).

5 Das Lehrangebot in Mathematik und Physik

Die Universität Halle-Wittenberg erfuhr bis Anfang der 1920er Jahre mit Ausnahme des Ersten Weltkrieges einen wachsenden Zustrom an Studierenden der Mathematik und Naturwissenschaften. Die Studierendenzahlen verneunfachten sich. Nach dem Erreichen eines Tiefpunktes Mitte der 1920er Jahre wuchsen sie bis Anfang der 1930er Jahre an, um dann bis zu Beginn des Zweiten Weltkrieges fast auf das Niveau von 1890 herabzusinken. Damit entsprach die Entwicklung der Studierendenzahlen im Bereich der Mathematik und der Naturwissenschaften im Wesentlichen der der Hallenser Universität im Ganzen während des Untersuchungszeitraums. Im Vergleich zu der Studentenfrequenz an den preußischen bzw. deutschen Hochschulen insgesamt fiel die Hallenser Wachstumsrate allerdings ab dem Ersten Weltkrieg schwächer aus.[448] Diese negative Entwicklung wurde immer wieder als Argument für die Schließung der Hallenser Universität angeführt (vgl. Abschnitt 2.2). Im Folgenden wird ein Überblick über die Vorlesungen zur Mathematik und Physik gegeben unter besonderer Berücksichtigung der mathematischen und theoretischen Physik. Dafür, wie auch für die Diagramme, wurden die im Vorlesungsverzeichnis angekündigten Vorlesungen zugrunde gelegt. Das Diagramm am Ende des Buches zeigt eine chronologische Übersicht über die in der Lehre von Mathematik und Physik tätigen Dozenten.

[448] Vgl. [Titze 1987], [Titze 1995].

5.1 Überblick zur Lehre in Mathematik und Astronomie

Am Ende des 19. Jahrhunderts hatte sich in Halle bereits ein Kanon von Grundvorlesungen in der Mathematik herausgebildet. Der Kanon bestand aus einer meist zweisemestrigen Vorlesung zur Differential- und Integralrechnung sowie je einer meist einsemestrigen Vorlesung zur analytischen und synthetischen Geometrie, so dass in der Regel innerhalb von wenigen Semestern die mathematischen Grundvorlesungen von den Studierenden absolviert werden konnten. Die Professoren wechselten sich bei ihrer Durchführung ab. Zur Aneignung und Vertiefung des Lehrstoffes dienten Übungen, die inzwischen zum festen Bestandteil der Lehre in Halle gehörten. Weiterführende Veranstaltungen gab es zu verschiedenen Bereichen der Mathematik. Im Gebiet der Analysis konnten die Studierenden Vorlesungen zu (hyper-)elliptischen Funktionen, zur Potentialtheorie, zu Differentialgleichungen, zur Variationsrechnung, zu bestimmten Integralen, zu konformen Abbildungen und zur Funktionentheorie besuchen. Dieses Angebot variierte stark und war von den Interessen der Dozenten abhängig. Obwohl einige dieser Vorlesungen für die Physik unerlässliche mathematische Methoden zur Verfügung stellten und vielleicht gar Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der mathematischen Physik aufzeigten, ist von einer sowohl in Bezug auf Inhalt als auch auf Stil hauptsächlich mathematischen Orientierung auszugehen. Deshalb werden sie hier auch nicht der mathematischen Physik zugerechnet – mit Ausnahme der Vorlesungen Wangerins zur Potentialtheorie. Bei Wangerin kann man davon ausgehen, dass er die Potentialtheorie in einen engen Zusammenhang mit der mathematischen Physik brachte.[449] Die in Halle traditionell nicht sehr stark vertretene Geometrie konnte ein nicht ganz so breites Spektrum an Vertiefungsthemen abdecken. Veranstaltungen zur projektiven Geometrie, zur Differentialgeometrie, zu speziellen Kurven und Flächen – teilweise aus der Perspektive der algebraischen Geometrie – ergänzten das Angebot der Grundvorlesungen.

Des Weiteren gab es relativ regelmäßig Veranstaltungen zur Algebra. Von einführenden Vorlesungen zur Algebra und solchen der höheren

[449] Vgl. Abschnitt 6.2 und [Schlote/Schneider 2009].

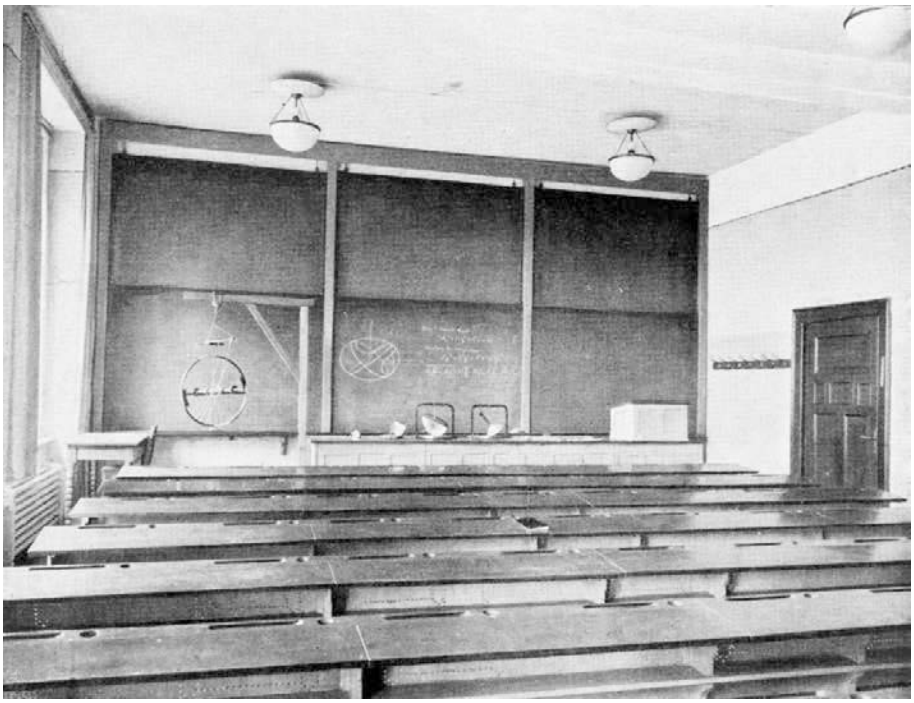


Abbildung 5.1 Hörsaal des Mathematischen Seminars Halle

Algebra, bis zu spezielleren Kursen zu bestimmten Teilbereichen wie Determinanten, Invariantentheorie, Galoistheorie, lineare und algebraische Gleichungen, Gruppentheorie, quadratische Formen, algebraische Zahlkörper, algebraische und hyperkomplexe Zahlen, Matrizenrechnung, Gruppen linearer Substitutionen reichte das Spektrum. Cantor hielt einmalig im Sommersemester 1891 einen Kurs zur algebraischen Analysis und im Sommersemester 1898 einen zur arithmetischen Algebra. Die Zahl der Veranstaltungen zur Algebra stieg in den 1920er Jahren deutlich an. Hier zeigte sich der Aufschwung der modernen Algebra mit ihren Hallenser Vertretern Jung, Hasse und dessen Nachfolger Brandt. Mit ihnen begann ein Umschwung in der mathematischen Forschung in Halle von der Analysis hin zur Algebra, algebraischen Zahlentheorie und algebraischen Geometrie.[450] Der neue Forschungsschwerpunkt

[450] Vgl. Abschnitt 6.5.

fand Eingang in die Lehre. Die Studierenden hatten die Gelegenheit, die neuen Methoden der modernen Algebra kennenzulernen.

Ähnlich sah es bei Vorlesungen zur Zahlentheorie aus. Im Vorlesungsverzeichnis waren relativ regelmäßig zahlentheoretische Vorlesungen aufgeführt, allerdings oft mit größeren Abständen zwischen diesen. Zudem fanden einige der Vorlesungen, die in den ersten zwei Jahrzehnten des Untersuchungszeitraums fast ausschließlich von Cantor (gelegentlich von Eberhard, ab 1909 auch von Gutzmer) angekündigt wurden, krankheitsbedingt nicht statt. Mit Jung, Hasse und Brandt bildeten sie jedoch ab Mitte der 1920er Jahre einen festen Bestandteil der Lehre in Halle. Neben einführenden Vorlesungen zur Zahlentheorie, die von Jung, Hasse, Baer und Brandt mindestens alle zwei Jahre gehalten wurden, konnten auch vertiefende Veranstaltungen besucht werden, wie beispielsweise zur Zahlentheorie der quadratischen Formen, einem Forschungsgebiet von Brandt.

Obwohl Halle in Cantor einen der Begründer der Mengenlehre vorweisen konnte, spiegelte sich dies nicht explizit in der Lehre wider. Cantor selbst hielt keine Vorlesungen direkt zur Mengenlehre, aber es ist höchstwahrscheinlich, dass er Teile davon in seine Vorlesungen zu Reihen oder zur Zahlentheorie und in seine Seminare integrierte. Erst später, nach Cantors Tod, tauchten vereinzelt Veranstaltungen zu diesem Gebiet auf. Vorlesungen zur Mengenlehre wurden in der zweiten Hälfte des Untersuchungszeitraums von Jung (SS 1922), Doetsch (WS 1924/25), Baer (SS 1929) und Behmann (SS 1932)[451] angeboten.

Schließlich gehörte ein mathematisches Seminar bzw. ein Kolloquium während des ganzen Untersuchungszeitraums zum festen Bestandteil des Vorlesungsangebots. Um 1930 wurde zudem für kurze Zeit zusätzlich ein Proseminar durchgeführt (WS 1930/31, WS 1931/32, SS 1932). Die Gründe für das Einstellen des Proseminars sind unklar. Das drei Jahre früher eingeführte physikalische Proseminar fand dagegen regelmäßig statt.

Der Bereich der angewandten Mathematik war ebenfalls in der Lehre vertreten, insbesondere nach ihrer Inklusion in die Preußische Prüfungsordnung für das Lehramtsstudium 1898. Allerdings beschränkte sich

[451] Eventuell könnte man die Vorlesung «*Punktmengen und reelle Funktionen*» (SS 1935, WS 1935/36) von Behmann ebenfalls dazu zählen.

die angewandte Mathematik dort nur auf ausgewählte Teilgebiete:[452] Dazu zählten die darstellende Geometrie, die mathematischen Methoden der technischen Mechanik, die Ausgleichs- und Fehlerrechnung in ihrer Anwendung auf die Astronomie und die Geodäsie. In der neu gestalteten Prüfungsordnung von 1917 wurde der Begriff der angewandten Mathematik weiter gefasst, so dass Meteorologie, Geophysik, angewandte Mechanik, angewandte Physik, mathematische Statistik und das Versicherungswesen als Anwendungsbereiche von numerischen Methoden hinzutraten. Vorlesungen zur Versicherungsmathematik wurden in Halle bereits vor der Einführung der neuen Prüfungsordnung von F. Bernstein angekündigt (s. u.). Bemerkenswert ist, dass die mathematische Physik bis auf Teile der Mechanik nicht zur angewandten Mathematik gezählt wurde.[453] Sieht man ab von Vorlesungen zur Mechanik und mathematischen Physik, die dem Thema der vorliegenden Untersuchung gemäß, gesondert betrachtet werden, so ergibt sich folgendes Bild: Erst mit der Integration der angewandten Mathematik in die Lehrerausbildung kurz vor der Jahrhundertwende bildete diese (im oben beschriebenen engeren Sinne) einen festen Bestandteil des Hallenser Lehrangebots. Dies wird durch die Darstellung einiger Bereiche der angewandten Mathematik im Folgenden exemplarisch verdeutlicht.

Die darstellende Geometrie etablierte sich am Anfang des 20. Jahrhunderts, nachdem zuvor nur Wiener und Gutzmer sie vereinzelt vorgetragen hatten. Graßmann las sie regelmäßig zwischen 1900 und 1905. Danach wurde das Angebot im Wesentlichen von Gutzmer und Pfeiffer weitergeführt und nach dem Ersten Weltkrieg regelmäßig durch die Dozenten für angewandte Mathematik aufrecht erhalten.[454] Ab

[452] Schlote o. J.

[453] Die Philosophische Fakultät sah 1910 als Teilbereiche der angewandten Mathematik: darstellende Geometrie, Perspektive und Photogrammetrie, graphische Statik, technische Mechanik, Festigkeitslehre, Geodäsie, sowie Fehlertheorie und Ausgleichsrechnung, vgl. Fußnote 123.

[454] Wiener (SS 1892), Gutzmer (WS 1897/98, WS 1906/07, WS 1909/10, SS 1912, WS 1912/13), Graßmann (SS 1900, WS 1900/01, WS 1902/03, SS 1903, WS 1904/05), Cantor (SS 1905), Pfeiffer (SS 1913, WS 1914/15, WS 1915/16, SS 1916, WS 1916/17), Grammel (WS 1917/18, SS 1919), Prange (WS 1921/22), Doetsch (SS 1922, WS 1923/24), N. N. (SS 1925), Behmann (WS 1926/27, SS 1928, WS 1929/30, WS 1931/32, SS 1933, SS 1935, WS 1936/37, SS 1939, WS 1943/44, SS 1945)

1918 traten die Dozenten für angewandte Mathematik vereinzelt mit Vorlesungen zur Vektorrechnung[455] hervor.

Nachdem in der ersten Dekade des Untersuchungszeitraums ebenfalls nur vereinzelt Veranstaltungen aus dem Bereich der technischen Mechanik, zu der auch graphische Statik und Festigkeitslehre zu zählen sind, angekündigt wurden,[456] gehörte dieses Gebiet in den ersten zwei Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts zum regelmäßigen Vorlesungsangebot in der Mathematik. An der Abdeckung der technischen Mechanik beteiligten sich neben Mathematikern (vor allem Graßmann, weniger Grammel, Doetsch und Behmann) auch Dozenten aus anderen Fachbereichen, wie Hans Lorenz, Rudolf Bernstein, Heinrich Walter und Benno Martiny.[457] Als schon jahrelang keine Veranstaltung mehr zur technischen Mechanik stattgefunden hatte, kündigte Behmann um 1930 nochmals zwei Vorlesungen zur graphischen Statik an, ehe die technische Mechanik ganz aus dem Hallenser Vorlesungsverzeichnis für Mathematik verschwand.

Während der 1920er Jahre etablierten sich Vorlesungen zum numerischen Rechnen und zu graphischen Methoden, die ab dem Wintersemester 1922/23 von Doetsch, anschließend ab dem Wintersemester 1927/28 bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes als zwei eigenständige Vorlesungen von Behmann angekündigt wurden.[458]

Durch die Nichtwiederbesetzung der Professur Rosenbergers entstand eine Lücke im Bereich der für die Astronomie grundlegenden Methoden für die Behandlung von Beobachtungsdaten und der Geodäsie. Beide Gebiete wurden erst wieder zur Jahrhundertwende angeboten. Die Geodäsie wurde bis Wintersemester 1915/16 von verschiedenen Dozenten gelesen: von dem für landwirtschaftliche Maschinenlehre berufenen Lorenz und von dessen Nachfolger Nachtweh, von Buchholz,

[455] Grammel (SS 1918, SS 1920), N. N. (SS 1921), Behmann (SS 1930, WS 1931/32, WS 1938/39).

[456] Cornelius (WS 1891/92, SS 1892), Wiener (SS 1892)

[457] Graßmann (SS 1901, WS 1901/02, SS 1902, WS 1903/04, SS 1904), Pfeiffer (WS 1913/14, SS 1915) Grammel (WS 1918/19, ZS 1919), Doetsch (SS 1923), Behmann (SS 1929, SS 1931), Lorenz (SS 1899, WS 1899/1900, WS 1900/01), R. Bernstein (WS 1912/13), Walter (WS 1905/06, SS 1907), Martiny (WS 1909/10, SS 1910), N. N. (SS 1921)

[458] Zuvor hatten bereits Pfeiffer (SS 1915) und Grammel (Winter 1920) graphische Methoden gelehrt.

von Walter, von Martiny und von Pfeiffer. Erst mit der Anstellung von Buchholz zu Beginn des 20. Jahrhunderts kam es wieder zu einem breiten Vorlesungsspektrum zur Astronomie. Wangerin, der die Astronomie mit abdecken sollte, hatte zunächst nur eine kleine Vorlesung dazu regelmäßig angekündigt. Buchholz las neben der astronomischen Grundvorlesung, die er circa einmal im Studienjahr durchführte, zyklisch zur Ausgleichsrechnung (Methode der kleinsten Quadrate, Wahrscheinlichkeitsrechnung)[459], zur Störungstheorie und zu speziellen Störungen[460] – häufig mit klarem Bezug zur Astronomie. Außerdem bot er eine Vorlesung zur Interpolationsrechnung und zur mechanischen Quadratur (SS 1921) an. Mit dem Ende der Astronomie in Halle Anfang der 1920er Jahre (vgl. Abschnitt 3.5) wurden die Themen von Buchholz nur noch sehr vereinzelt aufgegriffen.[461] Dies galt ebenfalls für die Wahrscheinlichkeitstheorie. Diese wurde zwar sehr selten, aber auch von einigen anderen Mathematikern gelesen, darunter Tornier.[462]

Mit den Vorlesungen zur Versicherungsmathematik (inklusive Praktika) von F. Bernstein offerierte Halle auch angewandte Mathematik mit starkem Bezug zur Anwendung im Beruf.[463] Bernstein wurde zu diesen gedrängt, obwohl er nach Cantors Erkrankung darauf spekulierte, die Vorlesungen zur reinen Mathematik übernehmen zu dürfen.[464] Die Richtung wurde von Doetsch noch einmal im Wintersemester 1922/23 aufgegriffen.

Ein weiterer berufsbezogener Bereich, der zwar nicht zur angewandten Mathematik gezählt wird, war die Mathematikdidaktik. Ab Mitte der 1920er Jahre bis Anfang der 1930er Jahre deckten die Oberstudienräte

[459] SS 1903, WS 1905/06, SS 1907, SS 1908, SS 1909, WS 1910/11, WS 1911/12, SS 1913, WS 1914/15, WS 1916/17, WS 1917/18, WS 1918/19, Winter 1920, WS 1920/21, WS 1921/22

[460] WS 1911/12, WS 1913/14, WS 1914/15, WS 1915/16, WS 1916/17, WS 1918/19, ZS 1919, SS 1919, 2. ZS 1919, WS 1920/21, WS 1921/22

[461] Brandt: «*Ausgleichsrechnung*» (WS 1943/44)

[462] Cantor (SS 1895), F. Bernstein (WS 1906/07), Doetsch (SS 1922), Jung (WS 1927/28), Tornier (WS 1931/32) und – zusammen mit Ausgleichsrechnung – Behmann (WS 1933/34, WS 1938/39)

[463] SS 1906, SS 1907, WS 1907/08

[464] Frewer 1981, S. 87

Adelbert Grüttner und Fritz Neiß durch Lehraufträge dieses Gebiet ab.[465] Grüttner bot ab dem Wintersemester 1924/25 bis zum Wintersemester 1928/29 regelmäßig Vorlesungen und Übungen zur Didaktik der Mathematik an. Neiß übernahm dieses Gebiet und führte im Wintersemester 1930/31 eine Übung und in den anschließenden zwei Semestern eine Vorlesung mit dem Titel «*Schulmathematik*» durch.

Vorlesungen zur Geschichte und Philosophie der Mathematik waren sehr selten. Stäckel, Gutzmer und Eberhard trugen im Sommersemester 1894, im Wintersemester 1896/97 bzw. im Sommersemester 1900 zur Geschichte der Analysis vor. F. Bernstein gab im Sommersemester 1906 eine geschichtliche Übersicht über die Hauptgebiete der reinen Mathematik. Mit Edmund Husserl (1859 – 1938), dem Begründer der Phänomenologie, hatte Halle am Anfang des Untersuchungszeitraums einen Philosophen, der nicht nur Mathematik studiert hatte, sondern sich auch mit den philosophischen Grundlagen der Mathematik auseinandersetzte.[466] Bei seiner Nostrifikationsprüfung 1887 waren Wiener und der Cantor-Schüler Hermann Schwarz (1864 – 1951) seine Opponenten. Neben Vorlesungen zur Logik und Erkenntnistheorie hielt er im Wintersemester 1890/91 auch einen Kursus zur Philosophie der Mathematik. In den 1920er Jahren versuchte man in Halle zunächst mehrmals erfolglos, für den Philosophen Gerhard Stammler (1898 – 1977) einen Lehrauftrag für Philosophie der Mathematik bzw. für die Philosophie der exakten Naturwissenschaften beim Ministerium zu beantragen. G. Stammler, der fast blinde Sohn des Hallenser Rechtsphilosophen Rudolph Stammler (1856 – 1938), hatte sich 1924 mit einer erkenntnistheoretischen Untersuchung zum Zahlbegriff von Carl Friedrich Gauß (1777 – 1855) in Halle in der Philosophie habilitiert und führte seitdem einige Veranstaltungen zur Logik, Naturphilosophie und Erkenntnistheorie durch. Schlussendlich erhielt er 1938 in Halle eine außerordentliche Professur für Philosophie

[465] Zu Grüttner: UAH, PA 6971; GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI., Bl. 185 – 194, 256 – 260, 397 f., 406, 542 f. und Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 321 – 323.

[466] Husserl publizierte dazu *Ueber den Begriff der Zahl. Psychologische Analysen* (1887), *Der Folgerungs-Calcul und die Inhaltslogik* (1891) und *Philosophie der Arithmetik. Psychologische und logische Untersuchungen* (1891). Zu Husserls Wirken in Halle vgl. [Gerlach/Sepp 1994], [Schenk/Meÿer 2002] sowie [Gray 2008] und die dort angegebene Literatur.

der exakten Wissenschaften.[467] Nach der Berufung behandelte er diese Themen regelmäßig. Schließlich etablierte er sogar eine naturphilosophische Arbeitsgemeinschaft (vgl. auch Abschnitt 5.3).

Vorlesungen mit mathematischen Inhalten waren abgesehen von der Physik auch bei weiteren Disziplinen im Lehrprogramm. Statistik gehörte während des gesamten Untersuchungszeitraums zum festen Bestandteil der Lehre in den Staats- und Kameralwissenschaften bzw. später in den Wirtschaftswissenschaften. Anfang der 1920er Jahre offerierte der Jurist (und promovierte Mathematiker) Paul Langheineken (1865 – 1930) sogar Vorlesungen zur mathematischen Jurisprudenz.[468] Auch in der Ausbildung von Chemikern spielte Mathematik eine zunehmend stärkere Rolle. Mitte der 1920er Jahre kündigte Grüttner höhere Mathematik für Chemiker an. Später, ab 1939, boten Chemiker eine Einführung in die mathematische Behandlung der (physikalischen) Chemie teilweise zusammen mit Übungen an. Auch wenn sie dabei einige Male von Jung unterstützt wurden,[469] so war Jung klar, dass «Mathematikern die besonderen Bedürfnisse der Chemiker nicht genügend bekannt» waren.[470]

Während des Ersten Weltkrieges ging die Anzahl der Vorlesungen zur Mathematik nur wenig zurück. Wangerin, Buchholz, Gutzmer und Eberhard hielten den Lehrbetrieb aufrecht – unterstützt von Pfeiffer bis zu dessen Einberufung im Herbst 1915. Durch den Wegfall von Pfeiffer wurde die angewandte Mathematik vorübergehend nur mangelhaft abgedeckt. Der Krieg hatte jedoch keinen unmittelbaren Einfluss auf das Vorlesungsspektrum. Es wurden keine (zusätzlichen) Kurse zur Ballistik oder zu anderen kriegsrelevanten Themen angeboten. Gegen Kriegsende gab es spezielle Kurse für Kriegsteilnehmer und man führte Zwischensemester ein. So konnte man die hohe Anzahl der Studenten besser bewältigen. Während des Zweiten Weltkriegs schwankte die

[467] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VII, Bl. 519 – 521; ebenda, Vol. VIII, Bl. 67 – 68 und ebenda, Nr. 38, Vol. XII, Bl. 440 – 454 (mit Lebenslauf). Zu Stammler vgl. [Schenk 1995].

[468] Neben einem allgemeinen Überblick (SS 1922) gab er auch einen historischen Einblick (SS 1924), speziellere Vorlesungen wie zum Stetigkeitsprinzip im Recht (WS 1924/25) bzw. zu mathematischen Methoden im Erbrecht (WS 1925/26, WS 1927/28) und ein mathematisch juristisches Seminar (SS 1925).

[469] SS 1944, WS 1944/45, SS 1945

[470] UAH, Rep. 6, Nr. 2964, unpaginiert, Schreiben von Jung vom 2. Dezember 1938

Anzahl der Mathematikveranstaltungen deutlich. In den ersten beiden Kriegsjahren erhöhte sich zunächst die Vorlesungsanzahl durch die Einführung von Trimestern auf zwölf pro Jahr. In den folgenden zwei Jahren ging sie jedoch auf die Hälfte dieses Wertes zurück, um dann in den letzten beiden Jahren auf elf bzw. zehn pro Jahr zu steigen, was in etwa dem Stand vor Kriegsausbruch entsprach. Personell gab es keine Veränderungen in dieser Zeit: es lasen Jung, Brandt und Behmann. Wie im Ersten Weltkrieg fanden kriegsrelevante mathematische Forschungsgebiete, wie Aerodynamik, Ballistik, Codierung oder Decodierung keine Berücksichtigung durch die Mathematiker bei der Gestaltung des Vorlesungsprogramms.

5.2 Veranstaltungen zur mathematischen Physik

Unter mathematischer Physik werden im Folgenden Veranstaltungen von Mathematikern gefasst, die die Gebiete (analytische) Mechanik, mathematische Methoden und ihre Anwendung in der Physik oder physikalische Teilgebiete behandeln. Die angewandte Mathematik, die auch wichtige Methoden für die mathematische Physik, beispielsweise zur Fehlerrechnung, zur Verfügung stellte, erhielt in Halle im Untersuchungszeitraum eine so große Bedeutung in der Lehre (s. o.) und zum Teil auch in der Forschung (vgl. Abschnitt 6.4), dass die Inklusion diesbezüglicher Veranstaltungen an dieser Stelle das Bild der mathematischen Physik verzerren würde. Die mathematische Physik (inklusive der analytischen Mechanik) war von 1890/91 bis 1922/23 mit durchschnittlich zwei Vorlesungen pro Jahr ein fester Bestandteil der Lehre (vgl. Diagramm 5.1 auf S. 174).[471] Nur dreimal sank die Anzahl der Vorlesungen zur mathematischen Physik in diesem Zeitraum auf eine herab, davon einmal während des Ersten Weltkrieges. Das absolute

[471] Eine chronologische Auflistung sämtlicher hierfür ausgewerteter Vorlesungen zur mathematischen (und theoretischen) Physik im Hallenser Vorlesungsverzeichnis findet sich im Anhang. Soweit ermittelbar, beinhaltet sie auch Angaben über angekündigte, aber nicht gehaltene Vorlesungen. In diesem wie auch in den folgenden Diagrammen bezeichnet das Anfangsjahr des Wintersemesters die Kombination von Wintersemester und nachfolgendem Sommersemester, beispielsweise steht 1890 für WS 1890/91 und SS 1891. In den Jahren mit Zwischensemestern (1918, 1919) bzw. Trimestern (1939, 1940) wurden jeweils drei Einheiten zu einem Jahr gebündelt. Dadurch werden die Diagramme leicht verfälscht.

Maximum lag bei fünf Veranstaltungen und wurde im Jahr 1918/19 erreicht. Abgesehen von dieser Häufung sind noch zwei weitere leichte Anstiege in der Anzahl der Vorlesungen zur mathematischen Physik in den Zeiträumen zwischen 1891 bis 1894 und zwischen 1918 bis 1922 mit durchschnittlich drei Vorlesungen pro Jahr zu verzeichnen. Ab dem Jahr 1923 sank die durchschnittliche Anzahl der Vorlesungen zur mathematischen Physik pro Jahr zunächst auf eine. Zudem entstanden Lücken: drei Jahre lang, davon zwei in Folge, gab es überhaupt keine diesbezüglichen Veranstaltungen. Ab dem Studienjahr 1935/36 verschwand die mathematische Physik aus dem Hallenser Vorlesungsverzeichnis ganz. Insgesamt kann also der Untersuchungszeitraum in Bezug auf die Lehre der mathematischen Physik in Halle grob in drei Phasen eingeteilt werden. Zunächst ein 32 Jahre lang währendes relativ gutes Angebot zur mathematischen Physik, dann dessen deutliche Verschlechterung in den 1920er Jahren und in den letzten zehn Jahren das völlige Fehlen der mathematischen Physik in der Lehre.

Im Zeitraum bis 1922/23 setzten sich die Veranstaltungen zur mathematischen Physik folgendermaßen zusammen. Die analytische Mechanik wurde fast durchgängig in ein- bis dreisemestrigen Kursen angeboten. Die Ordinarien Wangerin, Cantor und Gutzmer wurden dabei von den Privatdozenten unterstützt: Wiener (SS 1893, WS 1893/94, WS 1894/95), Graßmann (SS 1900, SS 1903 bis SS 1904) und Buchholz (SS 1911). Neben der analytischen Mechanik behandelte Grammel auch die elementare Mechanik (WS 1918/19), sowie sein spezielles Forschungsgebiet, die Mechanik starrer Körper als Kreiseltheorie (WS 1917/18, Winter 1920). Die Kreiseltheorie war nicht nur für die Mechanik von Interesse für Physiker, sie spielte auch eine wichtige Rolle in der Technik und für die Untersuchung der Rotation von Molekülen und der daraus resultierenden Spektren. Anfang der 1890er Jahre bot Wiener eine Einleitung in die Mathematik für Studierende der Naturwissenschaften an. Dies wurde im gewissen Sinne von dem Physiker Schmidt fortgeführt, der zu den Anwendungen der Mathematik auf naturwissenschaftliche Untersuchungen (WS 1894/95, WS 1895/96, WS 1896/97) vortrug und auch Übungen dazu abhielt.[472] Zielgruppe waren ebenfalls Studierende

[472] Schmidt bot auch in den Wintersemestern 1895/96 und 1897/98 Mechanik im Rahmen der Physik an. Die Vorlesungen des Physikers Schmidt wurden im Diagramm 5.1 nicht berücksichtigt.

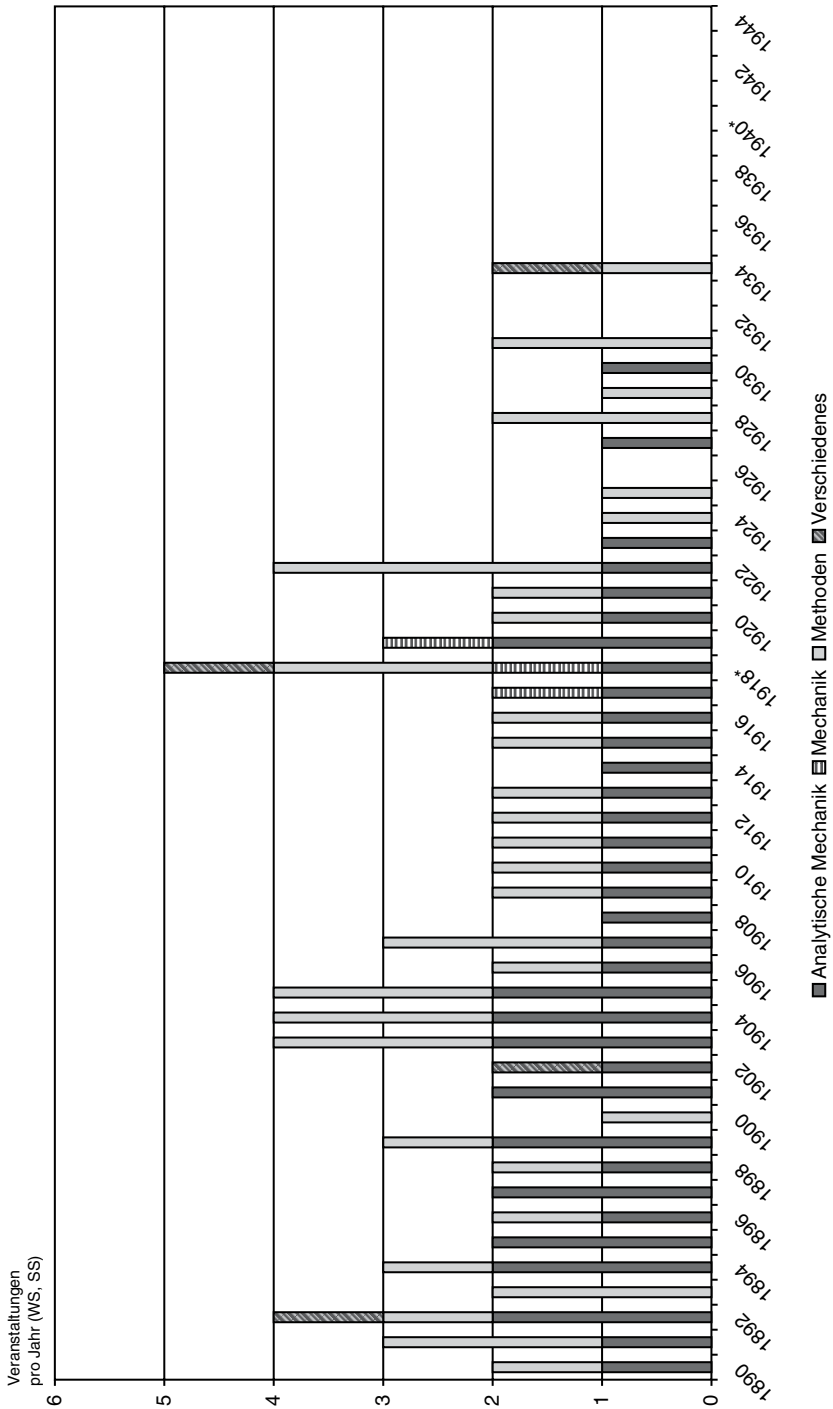


Diagramm 5.1 Veranstaltungen zur mathematischen Physik (von Mathematikern)

aller Naturwissenschaften. Es ist zu vermuten, dass diese Kurse nur elementare mathematische Grundkenntnisse vermittelten, wie sie für einen ersten Einblick in die mathematische Erfassung der Natur nötig waren. Weitere Vorlesungen zur mathematischen Physik betrafen die mathematischen Methoden. Wangerin hielt fast alle vier Semester eine Vorlesung zur Potentialtheorie und zu Kugelfunktionen.[473] Wie bereits gesagt, kann man bei Wangerin davon ausgehen, dass die Anwendung auf Problemstellungen der Physik einen Bestandteil der Vorlesung bildete. Die Lösung von Differentialgleichungen gehörte zum Handwerkszeug der Physiker, so dass sporadisch zusätzlich Kurse dazu mit explizitem Anwendungsbezug angeboten wurden. Hier tat sich besonders Wangerin hervor, der sechs Veranstaltungen dazu ankündigte,[474] aber auch F. Bernstein (WS 1904/05) und Jung (WS 1922/23) engagierten sich in diesem Bereich. Stäckel kündigte im Sommersemester 1894 eine Veranstaltung zur Anwendung von elliptischen Funktionen in der Geometrie und Mechanik an. Doetsch behandelte Funktionaloperatoren, insbesondere den Laplace-Operator, in zwei Vorlesungen im Studienjahr 1922/23. Die wenigen weiteren Veranstaltungen zur mathematischen Physik bis 1922/23 kamen aus verschiedenen Bereichen: Wangerin referierte im Wintersemester 1892/93 über Kapillaritätstheorie. Zur Hydrodynamik hielt er eine Vorlesung im Wintersemester 1902/03 und Grammel las zur Hydro- und Aerodynamik im Sommerhalbjahr 1919. Bemerkenswerterweise wurde der Bereich der für die Physik nicht unwichtigen Vektoranalysis durch den Physiker Berndt im Sommersemester 1908 und im Wintersemester 1908/09 angekündigt. Allerdings fand die erste Veranstaltung nicht, die zweite nur eingeschränkt statt.

Die leichten Anstiege der Anzahl der Vorlesungen zur mathematischen Physik in dieser ersten Phase gehen auf verschiedene Ursachen zurück. Der erste Anstieg (1891 – 1894) resultierte aus einem größeren Spektrum an Referenten und Themen. Neben dem Hallenser Standardprogramm zur analytischen Mechanik und zur Potentialtheorie wurden auch weitere Methoden (Differentialgleichungen, elliptische Funktionen), Kapillaritätstheorie sowie Mathematik für Naturwissenschaftler gelehrt. Das letztgenannte Vorlesungsangebot war ein Novum

[473] Die im Sommersemester 1893 einmal von Cantor übernommene diesbezügliche Vorlesung fand nicht statt.

[474] SS 1891, WS 1891/92, WS 1899/1900, WS 1906/07, SS 1911, WS 1912/13

für Halle. Der Dozentenwechsel von einem Mathematiker (Wiener) zu einem Physiker (Schmidt) kann als Folge des Weggangs Wieners und des Fehlens geeigneter Mathematiker interpretiert werden, er könnte aber möglicherweise zugleich auf Differenzen zwischen Mathematikern und Naturwissenschaftlern bezüglich des Vorlesungsinhalts oder der Darstellung hinweisen. Darüber hinaus mag die (wenn auch nur vorübergehende) Übernahme dieser Vorlesung durch einen Vertreter der Physik als ein weiterer Schritt gesehen werden, die Mathematikausbildung von Physikstudierenden in die Physik zu integrieren.

Die starke Erhöhung der Anzahl der Vorlesungen in dem kurzen Zeitraum zwischen Wintersemester 1903/04 und Sommersemester 1906 kann auf das Engagement von Graßmann, F. Bernstein, Buchholz und Gutzmer zurückgeführt werden. Graßmann und Gutzmer lasen je zwei Vorlesungen zur Mechanik, Graßmann bot einen dreisemestrigen Zyklus an. Bernstein und Buchholz kündigten je eine Spezialvorlesung aus dem Bereich der Methoden an: partielle Differentialgleichungen der Hydrodynamik (Bernstein), Variationsrechnung in der höheren Mechanik (Buchholz). Buchholz las außerdem im Sommersemester 1906 ausgewählte Kapitel der theoretischen Astronomie und Physik. Der letzte Anstieg ist als eine Folge des Krieges zu betrachten. Durch die in den Jahren 1918 und 1919 eingeführten Zwischensemester erhöhte sich die Anzahl der Vorlesungen pro Jahr. Dies war, wie gesagt, nötig, um die durch Heimkehrer aus Krieg und Kriegsgefangenenschaft stark angestiegene Zahl der Studierenden zu bewältigen.

Nach diesem Anstieg am Ende der ersten Phase kam es zu einem deutlichen Rückgang der Veranstaltungen zur mathematischen Physik. Cantor, Gutzmer und Wangerin waren als Referenten ausgeschieden bzw. hatten sich zurückgezogen. Ihre Nachfolger Jung, Hasse und Brandt ließen das Lehrangebot zur mathematischen Physik verkümmern. Anfangs lasen sie noch einige Vorlesungen, so je eine zur analytischen Mechanik (WS 1923/24; WS 1927/28; SS 1931) und zu Differentialgleichungen der Physik mit Ausnahme Jungs, der zum letztgenannten Gebiet zwei Vorlesungen ankündigte (WS 1922/23 und SS 1932; SS 1929; WS 1934/35). Zum letzteren Thema hielt auch Bessel-Hagen eine Vorlesung im Wintersemester 1928/29. Danach boten die Ordinarien keine diesbezüglichen Veranstaltungen mehr an. Die analytische Mechanik wurde ab 1931 nicht mehr von Mathematikern gelesen. Sie war jedoch weiterhin Bestandteil

der Grundvorlesungen zur theoretischen Physik (s. u.). Es gab in der zweiten Phase erneut einführende Veranstaltungen zur Mathematik für Naturwissenschaftler, die von Mathematikern (Grüttner WS 1925/26; Behmann WS 1929/30; Neiß SS 1932) angeboten wurden. Eine von Grell im Sommersemester 1935 angekündigte Vorlesung zu den mathematischen Grundlagen der Quantenmechanik, die einzige Veranstaltung im Rahmen der Mathematik im ganzen Untersuchungszeitraum, die sich mit einem der beiden neu aufgekommenen Gebiete Relativitätstheorie und Quantenmechanik auseinandersetzte, musste aufgrund der Verhaftung Grells ausfallen. Durch Grells darauf folgende Versetzung konnte dieser hoffnungsvolle Impuls zur erneuten Etablierung der mathematischen Physik nicht fortgeführt werden.

Der Rückgang der Veranstaltungen zur mathematischen Physik und analytischen Mechanik ist also auch eine Folge des Personalwechsels und der stärkeren Spezialisierung innerhalb der Mathematik. Wangerin, Cantor und Gutzmer hielten während der ersten Phase das Angebot aufrecht, während ihre Nachfolger darauf keinen Wert legten, da ihre Forschungsinteressen ausschließlich in der reinen Mathematik lagen. Die Mechanik wurde, soweit sie für Physiker von Interesse war, im Rahmen der theoretischen Physik und nicht mehr in der mathematischen Lehre behandelt. Es mögen noch weitere Faktoren hinzugetreten sein. Denkbar ist etwa, dass das Cluster von Vorlesungen zur mathematischen Physik um 1930 das Ergebnis einer unterstützenden Flankierung des Versuchs einer Etablierung der technischen Physik war oder auch aus der Absicht entstand, durch eine Erhöhung der Angebotsvielfalt die große Anzahl an Mathematik- und Physikstudierenden, welche in fünf Semestern um ein Drittel bzw. um die Hälfte gestiegen war, besser zu bewältigen. Die stark gesunkenen Studierendenzahlen ab Mitte der 1930er Jahre könnten mit ein Grund für das Einstellen der Vorlesungen zur mathematischen Physik gewesen sein. Dies muss jedoch Spekulation bleiben, da hierzu keine Anhaltspunkte in den Akten gefunden wurden.

Es fällt auf, dass die neueren Entwicklungen im Bereich der mathematischen Physik, wie zu Fragen nach den Grundlagen der Physik und Ansätze zur Axiomatisierung von Teilgebieten der Physik, in der Lehre anscheinend keine Rolle spielten. Zudem fehlte eine mathematische Behandlung der neu aufgekommenen Gebiete Relativitätstheorie und Quantenmechanik.

5.3 Zum Lehrangebot der Physik

Die Physik konnte Höhe und Vielfalt des in den 1880er Jahren erreichten Veranstaltungsangebots halten und weiter ausbauen. Neben Veranstaltungen zur theoretischen Physik, welche im folgenden Abschnitt 5.4 gesondert dargestellt werden, hatte sich als Grundvorlesung ein zweisemestriger Zyklus von Experimentalphysikvorlesungen etabliert, der durch Praktika, in denen Studierende selbständig Versuche durchführten, abgerundet wurde. Er wurde von Knoblauch, Dorn, Mie, Hertz, Hoffmann und Kast durchgeführt und erstreckte sich auf die Gebiete Mechanik, Akustik, Wärmelehre, Elektrizität, Magnetismus und die oft als Theorie des Lichtes bezeichnete Optik. Zusätzlich zu diesen Grundkursen gab es im gesamten Untersuchungszeitraum vertiefende, teilweise in der Ankündigung explizit Experimente erwähnende Veranstaltungen zu weiteren Teilbereichen der Physik. Bis Ende der 1920er Jahre war dieses Angebot nicht allzu breit und eher unregelmäßig. Es bestand im Wesentlichen aus Veranstaltungen zur Optik[475] und zu verschiedenen Messverfahren[476]. Zusätzlich wurden vereinzelt Kurse zur Spektroskopie und zur Wärmelehre abgehalten.[477] Studierenden wurde auch ermöglicht, technische Aspekte der Physik kennenzulernen (s. u.).

Mehrere Veranstaltungen dienten dazu, Studierenden Fertigkeiten im selbständigen Experimentieren zu vermitteln: Beispielsweise gab es Anfang der 1890er Jahre eine Anleitung im Gebrauch von Instrumenten und bei der Anstellung von Versuchen durch Knoblauch, sowie Dorns physikalisches Laboratorium, das dieser im Verlauf der Jahre in verschiedene Stufen je nach Kenntnisstand der Teilnehmer einteilte, ab

[475] Dorn (SS 1891, SS 1895, SS 1902, SS 1904/05, SS 1905, SS 1907, WS 1909/10, WS 1911/12, WS 1913/14, WS 1915/16), Wigand (SS 1913), Schmidt (WS 1904/05), Herweg (SS 1921)

[476] Dorn (WS 1895/96, SS 1896, WS 1898/99, SS 1900, SS 1904, WS 1904/05), Schmidt (WS 1897/98, SS 1908)

[477] Zur Spektroskopie: Schmidt (WS 1892/93, SS 1897, SS 1898), Herweg (WS 1918/19, SS 1920, SS 1922); zur Wärmelehre: Dorn (SS 1894), Wigand (WS 1913/14, SS 1925), Herweg (WS 1920/21, SS 1921). Außerdem findet man Veranstaltungen zur Thermodynamik (Schmidt, SS 1898), über Energetik (Schmidt, WS 1898/99) sowie Experimentalvorlesungen zum Gesetz von der Konstanz der Energie (Dorn, WS 1892/93; Schmidt, WS 1907/08), zum Radium (Schmidt, WS 1909/10), zu den Grundlagen der Quantenmechanik (Hertz, WS 1926/27). Vgl. auch Abschnitt 5.4.

Abbildung 5.2 Arbeitsplatz im Physikalischen Institut Halle

1911 wurde eine Anleitung zum selbständigen Arbeiten gegeben und ab 1912 ein Handfertigkeitspraktikum eingerichtet. Schließlich wurde ab 1908 regelmäßig ein physikalisches Kolloquium – zum Teil mehrere gleichzeitig – abgehalten und ab 1927 auch ein Proseminar angeboten. Beide dienten vermutlich dem Literaturstudium. Vereinzelt wurden auch theoretische bzw. mathematische Ergänzungsvorlesungen zur Experimentalphysik offeriert, so von Berndt (SS 1909) und von Mie (von Winter 1920 bis einschließlich Sommersemester 1924) – letztere wurden in dieser Untersuchung als Teil der theoretischen Physik eingestuft. Diese Veranstaltungen trugen der im Vergleich zum 19. Jahrhundert

gewachsenen Bedeutung der mathematisch-theoretischen Erfassung der Physik Rechnung. Halle führte sie zwar zwei Jahre früher ein als die Nachbaruniversität Leipzig, aber erst mit Mie gehörten sie zum regelmäßigen Angebot.

Der Erste Weltkrieg bewirkte durch die Einberufung von Wigand und Herweg fast eine Halbierung des Vorlesungsangebots. Kriegsrelevante Themengebiete wurden, wie in der Mathematik, während dieser Zeit in den Vorlesungen der Physik nicht berührt. Durch die Einführung von Zwischensemestern in den Studienjahren 1918/19 und 1919/20 erhöhte sich die Zahl der Vorlesungen stark. Danach fiel sie wieder, allerdings auf einen Wert über dem Vorkriegsniveau. Nach Ende des Ersten Weltkrieges war die Zahl der Studenten an deutschen Universitäten durch die zurückkehrenden Kriegsteilnehmer vorübergehend kurz angestiegen, danach fiel sie bis Mitte der 1920er Jahre ab und wuchs anschließend wieder. Dies galt auch für die Hallenser Studierendenzahlen. Allerdings war der Anstieg nach dem Krieg prozentual gesehen im Vergleich größer, genauso wie der darauf folgende Rückgang. Der erneute Anstieg fiel jedoch deutlich schwächer aus. So musste man Ende der 1920er Jahre an der Universität Halle eine der niedrigsten Studierendenzahlen in Deutschland konstatieren – nur die Universitäten Greifswald und Erlangen waren kleiner (vgl. Abschnitt 2.2). Die 1923 gegründete Naturwissenschaftliche Fakultät verzeichnete jedoch größere Zuwachsraten. Die Zahl der Physikstudierenden verdoppelte sich.[478] Zusammen mit der Neuorientierung der Hallenser Physik um 1928 mag dies zur Erhöhung des Angebots an Physikvorlesungen Ende der 1920er Jahre beigetragen haben.

In der bereits erwähnten Denkschrift vom 18. Dezember 1929 erläuterten Smekal und Hoffmann programmatisch ihre Vorstellungen über die Hallenser Ausbildung von Studierenden der Physik. Am Anfang des Studiums sollte eine zweisemestrige, breit angelegte Experimentalphysikvorlesung für alle Studierenden der Naturwissenschaften stehen. Sie war auch für Studierende der Medizin, Pharmazie und der Landwirtschaft vorgesehen. Anschließend daran sollten die Studierenden (nach Studienrichtung getrennt) in Praktika das selbständige Experimentieren erlernen und einüben. Das experimentalphysikalische

[478] Statistik des Deutschen Reichs, Vierteljahrshefte, herausgegeben vom Statistischen Reichsamt.

Wissen speziell der Physikstudierenden sollte dann in sich über weitere sechs Semester erstreckenden Vorlesungen mit einem hohen Anteil von Experimenten, wie auch in Praktika für Fortgeschrittene und durch Anleitungen zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten vertieft werden. Der Schwerpunkt des Hauptstudiums sollte jedoch auf einem sechssemestrigen Zyklus von Vorlesungen zur theoretischen Physik liegen. Ihr Ziel war die Vertiefung von Kenntnissen, das Aufzeigen der wechselseitigen Zusammenhänge und eine gemeinsame systematische Grundlegung. Dabei sollten theoretisches und experimentelles Wissen miteinander verknüpft werden. Ergänzend sollten «Nebenvorlesungen» zu verschiedenen Kapiteln der Physik, insbesondere der «Stoffphysik», angeboten werden, um Studierenden notwendiges Spezialwissen zu vermitteln, Anregungen für eigenständige wissenschaftliche Forschungen zu geben und Einblicke in die technischen Anwendungsmöglichkeiten zu bieten. Ein theoretisches Seminar sollte die Vorlesungen zur theoretischen Physik um Übungen ergänzen. Schließlich sollte ein gemeinsames physikalisches Kolloquium der beiden physikalischen Institute dem Studium von aktueller Forschungsliteratur und der Förderung des sozialen Zusammenhalts dienen.[479]

Ein Blick in das Hallenser Vorlesungsverzeichnis bestätigt im Großen und Ganzen die Durchführung des Programms der Denkschrift bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes. Viele der Ideen, wie beispielsweise das physikalische Kolloquium, das Seminar zur theoretischen Physik, die zweisemestrige Experimentalphysikvorlesung wie auch die diversen Praktika, waren bereits – teilweise schon seit längerer Zeit – in die Praxis umgesetzt worden. Das Angebot an weiterführenden Experimentalphysikvorlesungen stieg jedoch ab Ende der 1920er Jahre. Dies galt sowohl hinsichtlich der Quantität als auch der Themenvielfalt. In den Vorlesungen wurden physikalische Optik[480], Spektroskopie[481], Grundlagen der Quantentheorie bzw. Atomphysik[482], Elektrizitätsleitung in Gasen[483],

[479] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. X, Nr. 60, Vol. 3, Bl. 314 – 317

[480] Hanle (SS 1929), Pose (SS 1932, WS 1934/35, WS 1937/38, 2. Trimester 1940, Trimester 1941, WS 1941/42, WS 1942/43), Maier (SS 1945)

[481] Hanle (WS 1929/30), Kast (WS 1939/40, 1. Trimester 1940)

[482] Pose (SS 1933, WS 1934/35, SS 1935, SS 1937, WS 1938/39, SS 1939, 1. Trimester 1940, SS 1941, SS 1942)

[483] Hoffmann (SS 1930, WS 1933/34)

Messverfahren[484] und Kristalluntersuchungen (darunter auch Strukturbestimmungen mittels Röntgenstrahlen)[485] abgedeckt sowie vereinzelt auch weitere Gebiete berührt. An der Durchführung beteiligten sich vor allem Pose, aber auch Faessler, Smekal, Kast, Hoffmann, Hanle und Maier. Pose kündigte diese Vorlesungen in den letzten drei Jahren des Untersuchungszeitraums als dritte und vierte Experimentalphysikvorlesung an und behandelte dort die Atomphysik und die physikalische Optik. Abweichend von der Denkschrift fand ein gemeinsames Kolloquium nicht regelmäßig statt, was angesichts der Spannungen zwischen den beiden Institutsleitern durchaus nachzuvollziehen ist. Außerdem führte Kast im Sommersemester 1941 ein Seminar zur Experimentalphysik ein.

Während des Zweiten Weltkrieges sind nur geringfügige Änderungen im Vorlesungsprogramm festzustellen. Die Anzahl der Vorlesungen blieb fast konstant im Vergleich zu den Vorkriegswerten, nur in den Studienjahren 1939/40 und 1940/41 war ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen, der wiederum durch die Einführung von Trimestern bedingt war. Auch das inhaltliche Spektrum unterschied sich nur leicht. Zwar wurde von Rexer im 1. Trimester 1940 eine Vorlesung zur Ballistik angeboten, dies war aber die Fortführung einer Veranstaltung aus dem vorangehenden Wintersemester. Rexer hielt zudem eine Veranstaltung zur Physik der Kunststoffe ab (3. Trimester 1940). Kast las im Sommersemester 1941 mit *«Die Physik des Fliegens»* ebenfalls zu einem kriegsrelevanten Thema, das bereits vor Kriegsbeginn in einer Vorlesung von Rexer (WS 1938/39) behandelt worden war. Im Zuge des Vierjahresplans war die Hallenser Physik bereits vor Kriegsausbruch in die Rüstungsforschung verwickelt (vgl. Abschnitt 4.5, S. 156). Dies spiegelte sich in den Vorlesungsinhalten teilweise wider. Neben den bereits genannten Vorlesungen gab es weitere zur Materialforschung über organische Kunststoffe (SS 1938, WS 1938/39), über Metalle (SS 1939) und über Struktur- und Materialprüfung mittels Röntgenstrahlen (SS 1939, SS 1944), die alle von Rexer angekündigt wurden, der bis zu seinem Weggang zur Physikalisch-Technischen Reichsanstalt 1942 viele Aufträge für die Rüstungsindustrie bearbeitete. Rexers Vorlesungen

[484] Pose (WS 1931/32, SS 1932, WS 1935/36)

[485] Smekal (SS 1930, WS 1930/31, SS 1942, WS 1944/45), Hoffmann (WS 1931/32), Kast (WS 1937/38, SS 1942, WS 1942/43), Faessler (Trimester 1941, SS 1941, WS 1941/42, WS 1943/44, SS 1945). Vgl. Abschnitt 5.4.

ergänzten in dieser Zeit die von Smekal regelmäßig zu verschiedenen Aspekten von Festkörpern durchgeführten Veranstaltungen[486], welche während der Vorkriegszeit und des Krieges etwas häufiger als zuvor stattfanden. Smekal richtete im Wintersemester 1942/43 außerdem ein Kolloquium zur Werkstoff-Physik ein, das fast bis zum Kriegsende regelmäßig abgehalten wurde. Die in der Denkschrift genannte Forschungsausrichtung «Stoffphysik» erwies sich damit als günstig für militärische Zwecke. Insgesamt zeigt sich also vor allem im Vorfeld des Zweiten Weltkrieges eine deutliche Zunahme an im weitesten Sinne kriegsrelevanten Themen in der Lehre.

Erwähnenswert in Hinblick auf die Praxisorientierung der Hallenser Universität und den Versuch der Profilbildung innerhalb der Physik sind zudem eine Reihe von Vorlesungen zu technischen Aspekten der Physik. Es wurden zahlreiche Veranstaltungen zur Elektrotechnik[487] angekündigt, aber auch weitere Gebiete, wie Flugtechnik[488], Telegraphie[489], Maschinentechnik[490], Photographie und technische Optik[491] oder auch die allgemeine Technik[492], bedient. Zusätzlich vertrat Wigand in der Lehre die für das aufkommende Flugwesen grundlegenden Wissenszweige Aerologie, Geophysik, Meteorologie und Atmosphärenphysik

[486] *«Elektrizitätsleitung in Metallen»* (SS 1929, WS 1936/37), *«Kohäsion der Festkörper»* (WS 1929/30, SS 1932, SS 1935, WS 1938/39, WS 1942/43), *«Elektrizitätslehre nichtmetallischer Festkörper»* (SS 1933, SS 1937), *«Elektrizitätsleitung nichtmetallischer Festkörper»* (1. Trimester 1940), *«Diffusion und Ionenleitung in Festkörpern»* (3. Trimester 1940), *«Molekularbau der Gläser und der Kunststoffe»* (WS 1941/42), *«Molekulare Beweglichkeit in Festkörpern»* (SS 1943). Vgl. Abschnitt 5.4.

[487] Dorn (WS 1890/91), Schmidt (WS 1896/97, WS 1897/98, WS 1898/99, WS 1899/1900, WS 1902/03), Berndt (WS 1906/07), Kast (WS 1938/39, SS 1939, 2. Trimester 1940, 3. Trimester 1940, SS 1943, WS 1943/44). Außerdem wurde ein elektrotechnisches Praktikum angeboten: Hoffmann (SS 1929).

[488] Wigand (WS 1912/13, SS 1923, SS 1924), Kast (SS 1941)

[489] Schmidt (SS 1905), Herweg (SS 1919, WS 1922/23)

[490] Nachtweh (SS 1905), R. Bernstein (SS 1914, WS 1914/15, SS 1915, WS 1915/16, SS 1916, WS 1916/17, SS 1917, SS 1918, WS 1918/19, SS 1919, Winter 1920, SS 1922, WS 1922/23)

[491] Schmidt (SS 1892, SS 1893), Smekal (WS 1934/35), Rexer (WS 1939/40, 1. Trimester 1940, SS 1943, WS 1943/44)

[492] Martiny (WS 1918/19, WS 1920/21), R. Bernstein (SS 1927, SS 1928, WS 1928/29). Darüber hinaus gab es ein technisch-physikalisches Praktikum (N. N., WS 1928/29) und physikalisch-technische Übungen für Fortgeschrittene (Kast , SS 1938, SS 1939, 2. Trimester 1940, 3. Trimester 1940, Trimester 1941, WS 1941/42, WS 1943/44).

und führte regelmäßig sogenannte aerophysikalische Praktika durch.[493] Außerdem wurden Mitte der 1920er Jahre von Schmidt und Hertz Einführungen in das technisch-wissenschaftliche Arbeiten angeboten.[494] Erwähnt seien hier auch die Ende der 1920er Jahre im Zusammenhang mit der Einrichtung einer Professur für technische Physik veranstalteten Gastvorträge zu aktuellen technisch-physikalischen Problemen, an denen sich Wissenschaftler aus Industrie und Forschung gleichermaßen beteiligten.[495] Damit war die technische Physik zumindest zeitweise Bestandteil der Hallenser Lehre, auch wenn im Untersuchungszeitraum keine Professur dafür eingerichtet wurde.

Die Naturwissenschaften und die Physik standen außerdem im Zentrum von einigen philosophischen Vorlesungen. Hermann Schwarz, der in Halle bei Cantor in Mathematik mit einer Arbeit zu Ordnungstypen promoviert worden war und sich dort mit einer Arbeit zur historischen Entwicklung des Wahrnehmungsproblems im März 1894 in Philosophie habilitierte,[496] hielt im Wintersemester 1895/96 eine Vorlesung zum naturwissenschaftlichen Weltbild und kündigte fünf Jahre später, im Wintersemester 1900/01 eine weitere zu den Grenzen einer mechanistischen Weltauffassung an. Außerdem lehrte er zur Logik, Metaphysik und zur Erkenntnistheorie. Der Geologe Johannes Walther (1860 – 1937) trug im Wintersemester 1920/21 über das naturwissenschaftliche Weltbild vor und der Philosoph G. Stammler sprach im Wintersemester 1927/28 über den Relativitätsbegriff. Letztere Veranstaltung war, abgesehen von einer populärwissenschaftlichen von Smekal (vgl. Abschnitt 5.4, S. 192), die einzige im gesamten Zeitraum, in welcher auf dieses neue Gebiet der Physik explizit Bezug genommen wurde. In der Physik wurde die Relativitätstheorie im Vorlesungsverzeichnis ansonsten nicht erwähnt; sie war jedoch vermutlich Bestandteil der Vorlesungen zur theoretischen Physik. In Stammler hatte Halle einen im Bereich der Wissenschaftsphi-

[493] Vorlesungen: SS 1914, Winter 1920, SS 1920, SS 1921, SS 1922, SS 1925, WS 1925/26 (Einige wurden als theoretische Vorlesungen klassifiziert, s. Anhang). Aerophysikalisches Praktikum: Wigand (2. ZS 1919, Winter 1920, SS 1920, SS 1921, WS 1921/22 bis WS 1925/26)

[494] Schmidt (SS 1925, WS 1925/26, SS 1926, WS 1926/27, WS 1927/28), Hertz (SS 1927)

[495] Vgl. Abschnitt 4.3, S. 138. GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VIII, Bl. 165 – 166

[496] UAH, Rep. 21, III, Nr. 24, unpaginiert und ebenda, Nr. 142, Bl. 1 – 3 sowie unpaginierte Blätter.

losophie engagierten Vertreter (vgl. Abschnitt 5.1). In dessen naturphilosophischer Arbeitsgemeinschaft wurden im Wintersemester 1941/42 die naturwissenschaftliche Begriffsbildung, im Sommersemester 1942 das Kausalproblem und im Wintersemester 1943/44 die Zusammenhänge zwischen Physik und Biologie erörtert. Letzteres weist auf das Interesse Stammlers an den jüngeren Entwicklungen in den Naturwissenschaften hin. Ergänzend sei noch auf eine Reihe von Veranstaltungen aus dem Bereich der Psychophysik hingewiesen. Der Philosoph Hans Vaihinger (1852 – 1933) hielt in den ersten 15 Jahren des Untersuchungszeitraums fast jedes Jahr Vorlesungen zum empirischen Verhältnis von Leib und Seele. Der Mediziner Leonhard Koeppe (1884 – 1969) las zwischen 1937 und 1945 vor allem zur physiologischen Physik des Sehens.

5.4 Veranstaltungen zur theoretischen Physik

Die Zuordnung einer Veranstaltung in die Rubrik theoretische Physik ist nicht einfach und bleibt immer mit einer gewissen Unsicherheit behaftet, wenn keine Vorlesungsmitschriften o. Ä. zur Verfügung stehen – wie es in dieser Untersuchung der Fall war. Der Veranstaltungstitel sagt in der Regel nur wenig über die theoretische Durchdringung des Vorlesungsstoffes aus, auch wenn – ganz allgemein betrachtet – die Bedeutung der Theorie für die Physik im Untersuchungszeitraum stark zunahm. Hinzu kommt die eher experimentelle Ausrichtung der Forschung der Hallenser Physiker, selbst der Dozenten für theoretische Physik, so dass die Forschungsorientierung der Dozenten als zusätzliches Kriterium wenig hilfreich war. Angesichts dieser prinzipiellen Schwierigkeiten wurde bei der Klassifikation großzügig verfahren. Fast alle Vorlesungen, die keinen explizit experimentellen Zugang im Titel erkennen ließen, wurden als theoretische Vorlesungen aufgefasst. Die hier ermittelten Zahlen – insgesamt wurden 31 Veranstaltungen als theoretische klassifiziert – stellen daher eher eine obere Grenze dar.[497] Dieses Caveat sei der nachfolgenden Analyse vorangestellt.

Die Lehre zur theoretischen Physik war in Halle im Untersuchungszeitraum durchweg gut vertreten (vgl. Diagramm 5.2, S. 186). In den

[497] Eine chronologische Auflistung aller hier als zur theoretischen (oder mathematischen) Physik gehörig klassifizierten Vorlesungen findet sich im Anhang.

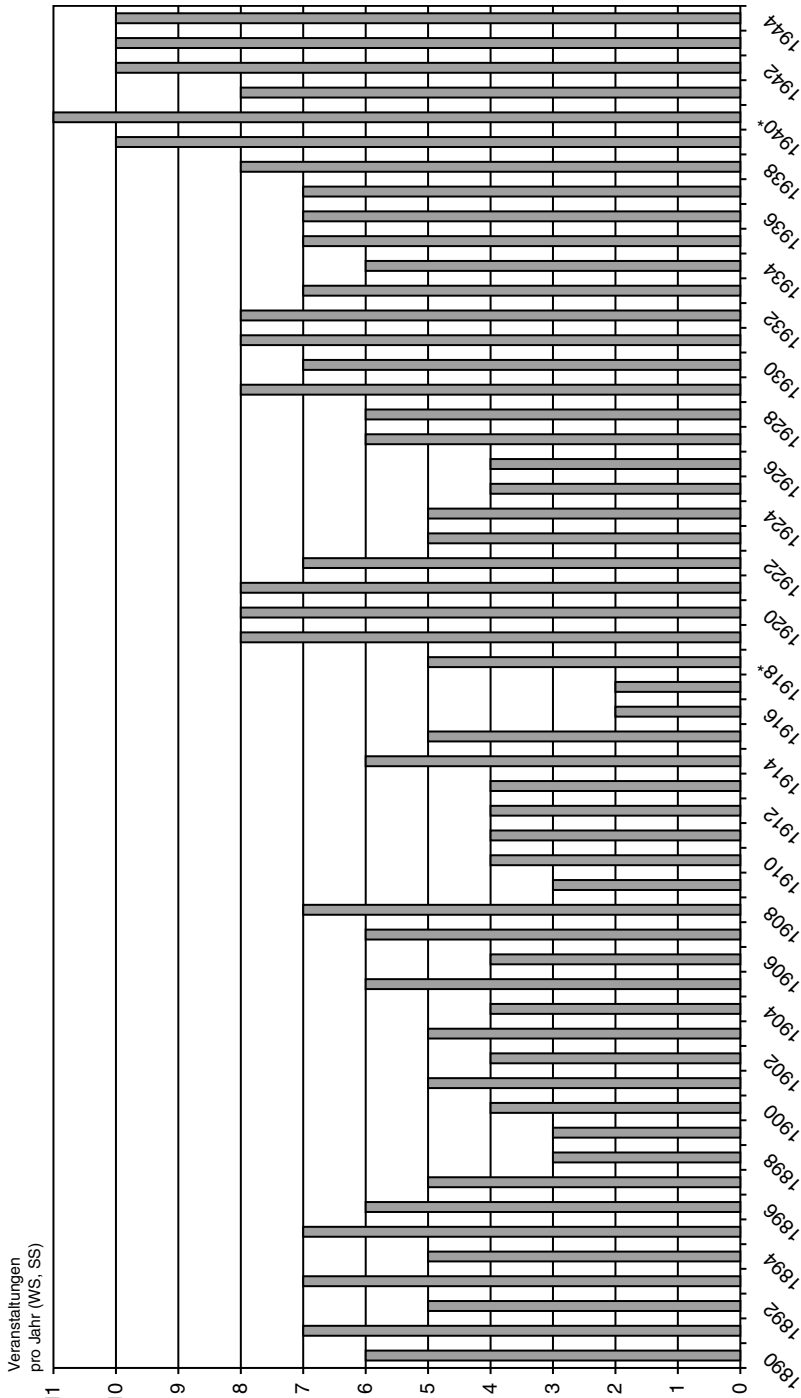


Diagramm 5.2 Entwicklung der Vorlesungstätigkeit zur theoretischen Physik in Halle

ersten eineinhalb Dezennien waren bis auf wenige Ausnahmen jedes Jahr durchschnittlich fünf Veranstaltungen angekündigt. Das Minimum lag bei drei in den Studienjahren 1898/99 und 1899/1900, das Maximum bei sieben und wurde dreimal, 1891/92, 1893/94 und 1895/96 erreicht. Einen leichten Einbruch gab es lediglich während des Ersten Weltkrieges, in dem allerdings immer noch durchschnittlich vier Veranstaltungen pro Studienjahr zur theoretischen Physik angeboten wurden. In die Kriegszeit fiel das absolute Minimum von jährlich zwei Veranstaltungen, das zweimal hintereinander, in den Jahren 1916/17 und 1917/18, erreicht wurde. Nach dem Krieg kam es, bedingt durch die Einführung von Zwischensemestern, vorübergehend zu einem leichten Anstieg der Veranstaltungsangebote mit acht Veranstaltungen in den Studienjahren 1919/20 bis 1921/22. Die jährliche Anzahl von Vorlesungen pendelte sich in den folgenden Jahren erneut auf das Vorkriegsniveau ein, ehe sie um 1930 wieder anstieg. Die durchschnittliche Veranstaltungszahl pro Studienjahr lag in den letzten fünfzehn Jahren des Untersuchungszeitraums bei acht. Der Zweite Weltkrieg trug dazu indirekt bei, da sich durch die Einführung von Trimestern in den Jahren 1940 und 1941, um Soldaten ein Studium während eines Fronturlaubs zu ermöglichen, die Gesamtzahl der Vorlesungen pro Jahr erhöhte. Das absolute Maximum von elf Veranstaltungen zur theoretischen Physik wurde dann auch in diesem Zeitraum, im Studienjahr 1940/41, erzielt.

Die Hallenser Veranstaltungen zur theoretischen Physik umfassten, abgesehen von den allgemeinen, die explizit als solche bezeichnet wurden, hauptsächlich die Gebiete Atom- und Quantenphysik, Elektrodynamik, Optik, Wärmetheorie und Thermodynamik, sowie Mechanik. Hinzu kamen einige weitere, nur vereinzelt angebotene Gebiete, die in der Rubrik Verschiedenes zusammengefasst wurden. Das Themenspektrum zeigt eindrucksvoll die starke Ausdifferenzierung der theoretischen Physik. Erstaunlich aus heutiger Sicht ist das Fehlen der Relativitätstheorie im Rahmen des Physikvorlesungsangebots. Sie wurde jedoch zu dieser Zeit nur an wenigen deutschen Universitäten in einer eigenen Vorlesung gelehrt. Inwiefern sie in den allgemeinen Vorlesungen zur theoretischen Physik Eingang fand, bleibt Spekulation. Das Kreisdiagramm 5.3 (auf der nächsten Seite) zeigt die Verteilung der Hallenser Veranstaltungen zur theoretischen Physik auf die verschiedenen Gebiete im gesamten Untersuchungszeitraum: etwas über

ein Viertel der Lehrveranstaltungen entfiel auf die theoretische Physik im allgemeinen, gefolgt von der Atom- und Quantenphysik mit etwa 22 %. Der Anteil der Kurse zur Elektrodynamik betrug 13 %, der zur Wärmetheorie und zur Optik je 11 % und der zur Mechanik 8 %. Die Vorlesungen zu anderen Gebieten der theoretischen Physik beschränkten sich auf einen Anteil von insgesamt ungefähr 9 %.

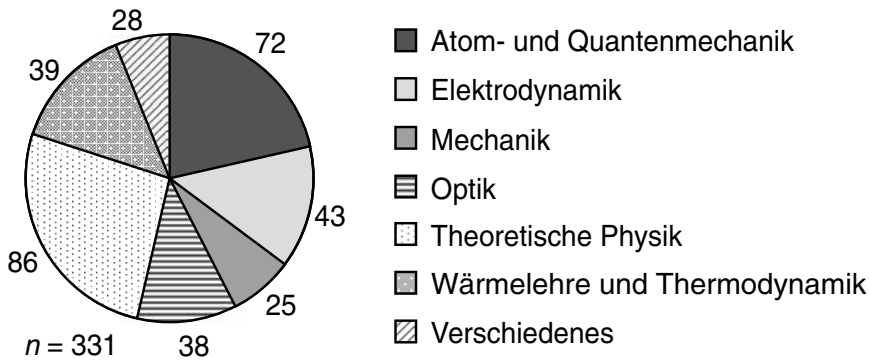


Diagramm 5.3
Zusammensetzung der Veranstaltungen zur theoretischen Physik in Halle (1890 – 1945)

Allgemeine Veranstaltungen zur theoretischen Physik, in Form einer Einleitung zur theoretischen Physik oder als ausgewählte Kapitel der theoretischen Physik, wurden im Untersuchungszeitraum bis Ende der 1920er Jahre regelmäßig angeboten. Es beteiligten sich daran Dorn, Schmidt, Berndt und Mie[498]. Ergänzend wurden gelegentlich von Schmidt Übungen angekündigt.[499] Erst Anfang der 1940er Jahre wurden von Smekal erneut explizit Vorlesungen zur theoretischen Physik angekündigt, dann allerdings durch einen Zusatz (Optik SS 1941, WS 1943/44; Wärmelehre WS 1941/42, SS 1944; Atomphysik und Quantenlehre SS 1942, WS 1944/45; Mechanik WS 1942/43; Elektromagnetismus SS 1943, SS 1945) thematisch spezifiziert. Schon in den Jahren zuvor hatte Smekal regelmäßig Vorlesungen zu diesen Themenkreisen angeboten,

[498] Mie bot zwischen Winter 1920 und Sommersemester 1924 jedes Semester «*Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik*» an.

[499] WS 1895/96, SS 1896, WS 1896/97, WS 1901/02, SS 1902, WS 1903/04, SS 1906. Es fanden jedoch nur die beiden letzten statt.

so dass sich de facto bereits ab Anfang der 1930er Jahren ein Zyklus von Theorievorlesungen etabliert hatte, durch den Studierende in vier bis fünf Semestern einen ersten Einblick in die Theoriebildung einiger wichtiger physikalischer Teildisziplinen der Physik erhalten konnten. Damit war eine der zentralen Ideen der oben erwähnten Denkschrift ebenfalls umgesetzt worden. Die nachfolgende Analyse zeigt außerdem, dass bereits ab den 1890er Jahren ein breites regelmäßiges Angebot an theoretischen Vorlesungen zu speziellen physikalischen Teilgebieten bestand, so dass auch für diesen frühen Zeitraum die Annahme eines Zyklus' von Vorlesungen zur theoretischen Physik nicht abwegig erscheint. Ergänzend zu seinen Vorlesungen bot Smekal ebenfalls mit Beginn seiner Hallenser Tätigkeit jedes Semester ein Seminar zur theoretischen Physik an. Dies stellt zwar kein Novum für Halle dar – es sei an dieser Stelle an das theoretisch-physikalische Seminar von Dorn um 1890 erinnert –, aber es veranschaulicht gut die gestiegene Bedeutung der theoretischen Physik nach der Entwicklung der Quantenmechanik. Zudem gab Smekal eine Anleitung zum selbständigen theoretischen und experimentellen Arbeiten und realisierte damit einen weiteren Grundgedanken der Denkschrift.[500] Im folgenden wird das Vorlesungsspektrum zur theoretischen Physik in Halle thematisch gegliedert skizziert.

Die Atomphysik beschränkte sich in dem ersten Jahrzehnt des hier betrachteten Zeitraums auf Vorlesungen zur «Molecularphysik»[501] von Cornelius und einige Vorlesungen zur Spektroskopie[502] von Schmidt.[503] Nach einer fast 15-jährigen Pause bot Wigand vom Sommersemester 1912 bis zum Wintersemester 1924/25 regelmäßig Veranstaltungen zur Elektronentheorie an. Diese Vorlesungsreihe wurde allerdings von

[500] Von Sommersemester 1929 bis Wintersemester 1936/37. Diese Veranstaltungen wurden nicht für die Statistik verwertet. Sie fanden teilweise parallel zu der von Hoffmann (teilweise mit Pose) angebotenen Anleitung zum wissenschaftlichen bzw. physikalischen Arbeiten statt, welche bereits vorher (seit 1911) und auch nachher von verschiedenen Dozenten angekündigt wurde.

[501] WS 1890/91, WS 1891/92, WS 1893/94, WS 1894/95, WS 1895/96, SS 1896. Einige dieser Vorlesungen wurden nicht gehalten, vgl. Anhang.

[502] WS 1892/93, SS 1897, SS 1898

[503] Die Vorlesungstitel wurden in der Zusammenfassung vereinheitlicht. Genaue Titel finden sich im Anhang, ebenso wie die Namen der Dozenten.

seinem Kriegseinsatz unterbrochen.[504] Mie las im Sommersemester 1919 zu Molekülen und Atomen. Im Wintersemester 1919/20 und 1921/22 bot Wigand eine Vorlesung zu Strahlungsgesetz und Energiequanten an. Im Sommersemester 1923 kündigte er erstmals eine Vorlesung zu den Grundzügen der Quantentheorie an, die im Wintersemester 1925/26 erneut im Vorlesungsverzeichnis zu finden war. Es scheint eher unwahrscheinlich, dass die zweite Vorlesung bereits die neuesten Forschungsergebnisse zur Matrizenmechanik von Werner Heisenberg, Max Born und Pascual Jordan (1902 – 1980) integrierte.[505] Die Vorlesungen zur Atomphysik wurden von Hanle fortgesetzt, unter anderem mit einer Vorlesung zum Bohr'schen Atommodell (SS 1928). Weitere Aspekte der Atomtheorie, wie Lumineszenzerscheinungen[506], Radioaktivität und Kernphysik[507] wurden in speziellen Vorlesungen um 1930 von Hanle, Hoffmann und Pose abgedeckt. Smekal, Pose, Kast und Faessler behielten dieses breite Spektrum an Vorlesungen zur Atomphysik in den letzten fünfzehn Jahren des Untersuchungszeitraums bei und erweiterten es. Neben relativ regelmäßig stattfindenden Lehrveranstaltungen zur Atomlehre und Quantentheorie, gab es einzelne vertiefende Vorlesungen zur Elektrizitätsleitung in Metallen, in nicht-metallischen Festkörpern bzw. in Materie[508], zu Elektronen und Ionen in Gasen[509], zur Kernphysik[510], zur Molekularphysik[511], zum Compton- und Ramaneffekt[512], zu Atom-, Banden-, Röntgenspektren[513], zur Strahlungsphysik[514], zur

[504] Seine Vorlesung über Elektronen und Ionen (WS 1916/17 bis WS 1918/19) wurde nur unter Vorbehalt im Vorlesungsverzeichnis aufgenommen und deshalb nicht in den Anhang übernommen.

[505] Eventuell hat diese Vorlesung wegen seines Weggangs nicht mehr stattgefunden.

[506] Hanle (SS 1927, WS 1929/30)

[507] Hanle (WS 1928/29), Hoffmann (WS 1929/30, WS 1932/33), Pose (WS 1931/32)

[508] Smekal (SS 1929, WS 1936/37, SS 1937, 1. und 3. Trimester 1940)

[509] Hertz (SS 1927)

[510] Smekal (WS 1933/34, WS 1939/40, 2. Trimester 1940), Pose (WS 1934/35, WS 1935/36, SS 1936), Faessler (WS 1942/43, SS 1944)

[511] Smekal (SS 1932, SS 1935, SS 1939, SS 1941, WS 1941/42, SS 1943, SS 1944), Kast (SS 1938, Trimester 1941, WS 1941/42, SS 1942, WS 1942/43, SS 1944, WS 1944/45)

[512] Smekal (WS 1935/36, SS 1941, SS 1944)

[513] Pose (SS 1936, SS 1938 – zwei Veranstaltungen), Smekal (WS 1937/38, Trimester 1941)

[514] Hertz (WS 1927/28), Pose (SS 1934, SS 1939, WS 1939/40), Faessler (3. Trimester 1940, SS 1943, WS 1944/45)

Elektronenbeugung und -optik[515] und zur Lichtelektrizität[516]. Damit war die Atomphysik während der letzten Jahrzehnte in der Hallenser Lehre gut und in einer großen Breite präsent.

Vorlesungen zu Elektromagnetismus und Elektrodynamik wurden kontinuierlich während des ganzen Untersuchungszeitraums angeboten, wenn auch in einem geringeren Umfang als diejenigen zur Atomphysik. Sie gehörten zum Kanon der theoretischen Physik in Halle. Fast alle Dozenten übernahmen diese Veranstaltungen, wenngleich Schmidt hier mit Abstand führend war. Ergänzt wurden diese Grundvorlesungen durch speziellere Kurse zur elektromagnetischen Theorie des Lichtes[517] und zu Wechselströmen und Schwingungen[518], teilweise mit technischen Bezügen. Manche dieser Vorlesungen beinhalteten auch Übungen.

Ähnlich wie die Elektrodynamik gehörte auch die Wärmelehre zum Kanon der Vorlesungen der theoretischen Physik. Sie wurde allerdings in den letzten zwei Jahrzehnten des Untersuchungszeitraums seltener angekündigt als in den Jahren davor. Schmidt, Dorn, Berndt, Valentiner, Wigand und Smekal teilten sich die Vorlesungsarbeit. Die Themenpalette enthielt Wärmetheorie[519], kinetische Gastheorie[520], mechanische Wärmetheorie[521] und verschiedene weitere Aspekte[522].

Neben der Wärmelehre hatte auch die Optik einen festen Platz in der Lehre der theoretischen Physik. Abgesehen von einer kleineren Lücke während des Ersten Weltkriegs und einer größeren Ende der 1930er Jahre wurde sie mindestens alle zwei Jahre von wechselnden Dozenten (insbesondere von Dorn, Schmidt, Smekal) angeboten, meist

[515] Pose (WS 1932/33, WS 1937/38), Faessler (SS 1942)

[516] Smekal (SS 1931, SS 1939, WS 1943/44)

[517] Dorn (SS 1903, SS 1906, SS 1908, SS 1912, SS 1914, SS 1916), Schmidt (SS 1910, SS 1915), Smekal (SS 1934, WS 1937/38)

[518] Schmidt (SS 1896, SS 1905, SS 1908, SS 1909, WS 1920/21, WS 1921/22), Herweg (WS 1922/23), Hertz (SS 1928), Hoffmann (SS 1929, SS 1932)

[519] Schmidt (SS 1891, WS 1898/99, SS 1903, WS 1904/05, WS 1906/07, SS 1908, SS 1914, SS 1918, SS 1920, SS 1926), Wigand (SS 1925), Smekal (WS 1931/32, WS 1934/35, SS 1938, WS 1941/42, SS 1944)

[520] Dorn (SS 1892, WS 1894/95, SS 1897, WS 1900/01), Valentiner (WS 1904/05)

[521] Dorn (SS 1892, SS 1894, WS 1896/97, SS 1909, SS 1911, SS 1913, SS 1915), Schmidt (WS 1901/02, SS 1910, SS 1912, SS 1916, SS 1922, SS 1924), Berndt (WS 1905/06)

[522] «*Wärmeleitung und Diffusion*» (Dorn, SS 1894), «*Thermodynamik*» (Schmidt, SS 1898), «*Mathematische Theorie der Wärme*» (Schmidt, WS 1899/1900), «*Neuere Probleme der Wärmelehre (Entropie, Energiequanten)*» (Wigand, WS 1913/14)

unter dem Titel «*Theoretische Optik*» oder «*Theorie des Lichtes*». Dorn und Schmidt kündigten in den ersten beiden Dekaden auch Vorlesungen zur «*Undulationstheorie des Lichtes*» an.[523] Hanle las im Wintersemester 1927/28 eine Vorlesung zur Magneto- und Elektrooptik, die vielleicht auch technische Aspekte mit beinhaltete. Insgesamt war die Optik sowohl in theoretischer als auch in experimenteller Hinsicht in der Hallenser Lehre durchaus ausgewogen vertreten.

Dieses Grundangebot zur Atomphysik, Elektrodynamik, Wärmetheorie und Optik wurde ergänzt durch weitere theoretisch orientierte Vorlesungen aus verschiedenen Bereichen. Einen nicht unerheblichen Teil nahmen Veranstaltungen zur Mechanik ein. In den ersten zweieinhalb Dekaden las Dorn relativ regelmäßig zur Elastizitätstheorie. Nach einer sehr langen Pause referierte dann erst wieder Smekal ab 1930 zur Mechanik. Dies fiel ungefähr mit dem Zeitpunkt zusammen, als die Mathematiker ihre Vorlesungen zur analytischen Mechanik einstellten. Während des Zweiten Weltkrieges ging Smekal von einsemestrigen Kursen zu zweisemestrigen Kursen über. Vor dem Ersten Weltkrieg und im Anschluss daran erweiterte Wigand das Vorlesungsspektrum um Vorlesungen zur Aerophysik und Geophysik (SS 1914), sowie zur Meteorologie und Aerologie[524] und zur Luftelektrizität (SS 1921). Diese Themen aus dem Bereich der Atmosphärenphysik waren für das Verständnis vom Fliegen und der Konstruktion von Flugzeugen grundlegend. Inwieweit gerade diese Veranstaltungen einen bedeutenden theoretischen Teil hatten, ist angesichts der damals eher bescheidenen theoretischen Fundierung dieser sehr komplexen Gebiete fraglich. Zudem kann man davon ausgehen, dass die aerodynamischen Veranstaltungen auch einen hohen Anteil technischen Wissens vermittelten. Smekal bot darüber hinaus Vorlesungen zur Kohäsion von Festkörpern[525], zur Theorie der Elektrolyte (WS 1932/33) und zur Kristallelastizität bzw- plastizität (SS 1930, WS 1930/31 bzw. WS 1944/45) an. Damit trug er zum Ausbau der in der Denkschrift avisierten Forschungsrichtung, der Stoffphysik, bei.

Anfang der 1930er Jahre wurde Hörern aller Fakultäten durch allgemeinverständliche Vorlesungen ein Einblick in verschiedene Teile der Physik gewährt. In diesem Rahmen wurde von Hoffmann und Smekal

[523] Dorn (SS 1891, SS 1893, WS 1902/03, WS 1905/06, WS 1907/08), Schmidt (SS 1895)
[524] Winter 1920, SS 1920, SS 1922, SS 1925, WS 1925/26
[525] WS 1929/30, SS 1932, SS 1935, WS 1938/39, WS 1942/43

auch die theoretische Physik vorgestellt, wenngleich dies gewiss nicht in ihrer mathematischen Tiefe geschehen konnte. Sie hielten Vorlesungen zur Relativitätstheorie (Smekal SS 1932), zu Atomen und Sternen (Hoffmann SS 1933, Smekal SS 1938), zur Physik des Fliegens (Smekal SS 1934), zu neueren Ergebnissen der Atomforschung (Hoffmann SS 1935), zur Farbenlehre (Smekal SS 1936) und zum physikalischen Weltbild (Hoffmann SS 1937). Im Wintersemester 1892/93 hatte sich bereits Dorn mit einer Vorlesung über die Verwandtschaft der Naturkräfte und die Erhaltung der Energie an Studierende aller Fakultäten gewandt. Der Chemiker Hugo Erdmann (1862 – 1910) hatte im gleichen Semester eine Vorlesung zur Atomlehre für Studierende der Philosophie und der Naturwissenschaften angekündigt. Die naturwissenschaftliche Welterkenntnis war zudem Lehr- und Forschungsgegenstand der Hallenser Philosophen Schwarz und Stammler (vgl. Abschnitt 5.1 und 5.3). Auf Stammlers naturphilosophische Vorlesungen wurde gelegentlich im Vorlesungsverzeichnis der Physik hingewiesen. Dies zeigt ein gewisse Offenheit der Hallenser Physiker für erkenntnistheoretische Fragestellungen während der letzten beiden Dekaden des Untersuchungszeitraums an.

5.5 Vergleich mit anderen Universitäten

Die in der Untersuchung zu den Hallenser Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik im 19. Jahrhundert [Schlote/Schneider 2009] herausgearbeitete Dominanz der Vorlesungen zur theoretischen Physik gegenüber den Vorlesungen zur mathematischen Physik verstärkte sich im Untersuchungszeitraum (vgl. Diagramm 5.4 auf der nächsten Seite). Während der Ära Wangerin wies die Palette der Vorlesungen zur mathematischen Physik, vor allem zur analytischen Mechanik und zur Potentialtheorie, noch eine ausreichende Reichhaltigkeit auf, wenngleich die Auswahl an Veranstaltungen zur theoretischen Physik – bis auf die Zeit ihres Einbruchs während des Ersten Weltkrieges – immer größer war. Mit den Mathematikern Jung, Hasse und Brandt vollzog sich eine Wende: Das Vorlesungsangebot zur mathematischen Physik verschlechterte sich in den letzten zwanzig Jahren, wie gezeigt, und kam 1935 ganz zum Erliegen. Eine gegenläufige Bewegung lässt

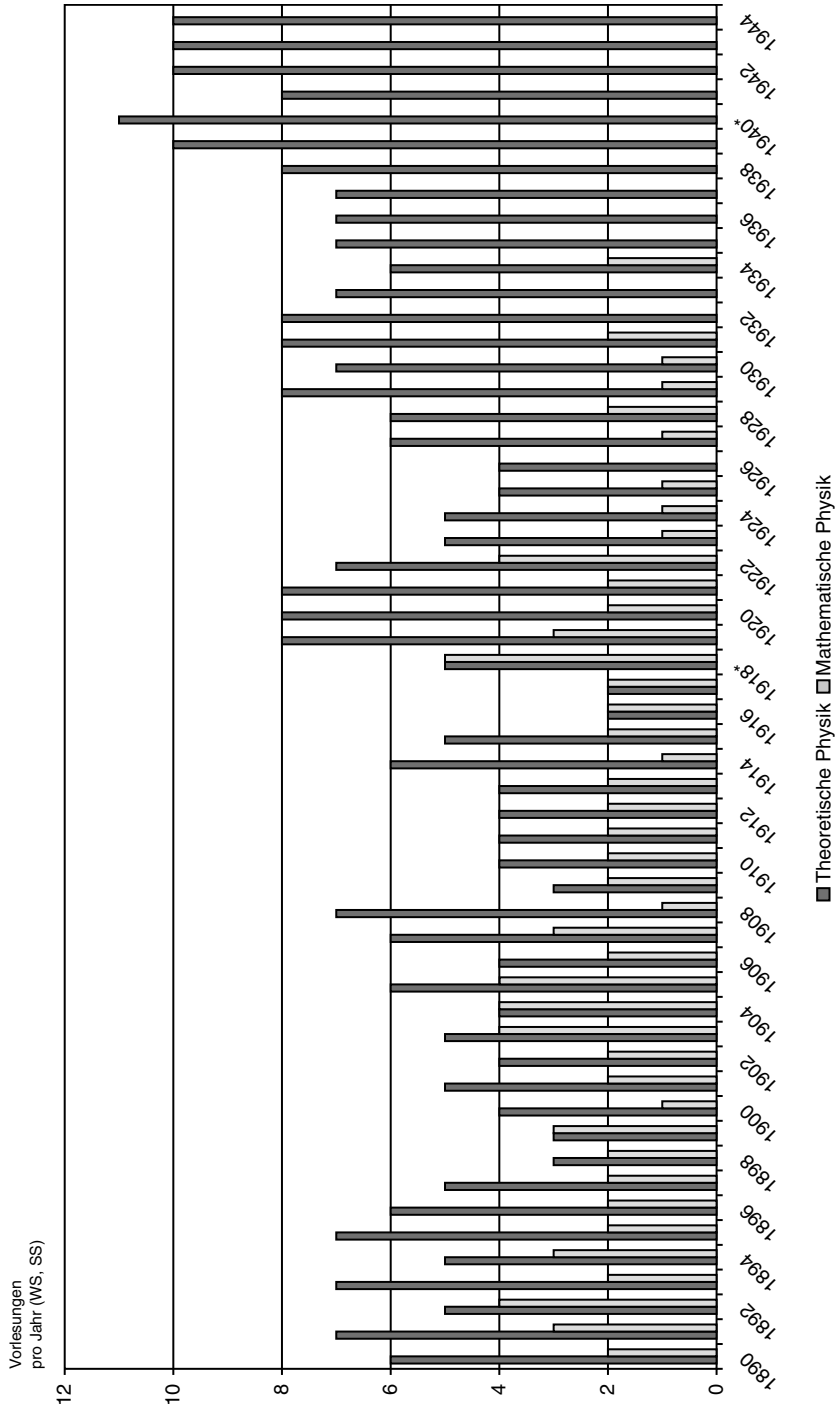


Diagramm 5.4 Vorlesungsverteilung zwischen mathematischer und theoretischer Physik

sich bei Vorlesungen zur theoretischen Physik feststellen. Hier kam es während des letzten Drittels des Untersuchungszeitraums zu einer Steigerung und Ausweitung des Angebots trotz der ab 1933 sinkenden Studierendenzahlen. Der inhaltliche Schwerpunkt lag dabei klar auf dem Gebiet der Atomphysik. Allerdings muss angesichts der experimentalphysikalisch-technischen Forschungsausrichtung der Hallenser Professoren an die grundsätzliche Schwierigkeit der Bestimmung des Anteils an mathematisch-physikalischer Theoriebildung bei ihren Veranstaltungen und an die großzügige Vorgehensweise bei der hier vorgenommenen Klassifikation erinnert werden, sowie an die hier nicht einbezogene Differenz zwischen angekündigten und tatsächlich gehaltenen Vorlesungen (vgl. Anhang).

Abbildung 5.3
Heinrich Brandt, Ordinarius für Mathematik in Halle 1930 – 1950

Wie ordnet sich das Hallenser Vorlesungsangebot zur mathematischen und theoretischen Physik in das anderer deutscher Universitäten ein? Im Vergleich mit den großen Universitäten Berlin und München sowie mit der Universität Göttingen, dem nationalen wie auch international führenden Zentrum für mathematische und theoretische Physik,

schneidet Halle-Wittenberg als eine kleine preußische Provinzuniversität erwartungsgemäß schlecht ab. Das dortige Angebot erreichte weder Umfang noch Vielfalt des der großen Universitäten. Auch die Nachbaruniversität Leipzig deckte ein größeres Spektrum ab.[526] Vergleicht man das Hallenser Lehrangebot jedoch mit dem von Universitäten einer ähnlichen Größenordnung, so wird man einerseits der Stellung Halles in der deutschen Universitätslandschaft besser gerecht und ermöglicht andererseits auch eine nuancenreichere Betrachtung. Im folgenden wurde dem Hallenser Vorlesungsspektrum zur mathematischen und theoretischen Physik dasjenige der Universitäten Erlangen, Heidelberg und Königsberg in zwei Perioden gegenübergestellt. Die beiden Perioden wurden so gewählt, dass ein übermäßig starker äußerer Einfluss auf die Entwicklung der Disziplin und der Lehre ausgeschlossen werden kann und dass der Zeitraum der Dauer eines durchschnittlichen Studiums entspricht.

In der ersten Periode (WS 1908/09 – SS 1912) war das Hallenser Angebot an Lehrveranstaltungen zur mathematischen Physik vergleichsweise gut. Mit sieben Veranstaltungen übertraf es das Heidelberger um eine und war doppelt so groß wie das von Erlangen und Königsberg. Man konnte in Halle im Bereich der Mathematik ein- und zweisemestrige Vorlesungen zur analytischen Mechanik besuchen sowie Vorlesungen zur Potentialtheorie hören. In Heidelberg gab es zusätzlich Kurse zur Vektoranalysis und zur mathematischen Behandlung von Problemen der Naturwissenschaft. Die dortige Potentialtheorie wurde von dem Mathematikhistoriker Karl Bopp (1877 – 1934) gelesen, so dass unklar bleibt, wie stark in ihr auf physikalische Anwendungen eingegangen wurde, zumal die Physik diesen Bereich eigenständig abdeckte. In Erlangen wurde nur zur Mechanik gelesen,[527] während man in Königsberg darüber hinaus auch eine Einführung zur mathematischen Behandlung der Naturwissenschaften anbot. Insgesamt war die Hallenser mathematische Physik in der ersten Periode also relativ gut aufgestellt. Das gleichzeitige Angebot an Veranstaltungen zur theoretischen Physik in Halle war wesentlich höher. Es entsprach quantitativ dem in Königsberg und

[526] Schlote 2008, Kap. 5 und 8.

[527] Das dort regelmäßig stattfindende mathematisch-physikalische Seminar schien in dieser Zeit nur für Übungen zu mathematischen Vorlesungen gedient zu haben und wurde deshalb nicht berücksichtigt.

Erlangen. Die Themenvielfalt war größer als in Erlangen. Die Universität Heidelberg übertraf in diesem Bereich jedoch alle drei Universitäten mit einem breiteren und fast doppelt so großen Lehrangebot.

In der zweiten Periode (WS 1923/24 – SS 1927) zeigt sich in Halle und noch deutlicher in Heidelberg ein starker Rückgang an Veranstaltungen zur mathematischen Physik, nur in Erlangen stieg deren Zahl leicht an.[528] Die analytische Mechanik wurde nur noch in Halle gelesen. Differentialgleichungen und Einführungen für Naturwissenschaftler bildeten nun den inhaltlichen Schwerpunkt. Heidelberg baute das Angebot zur theoretischen Physik weiter aus, Halles Angebot blieb konstant, während das Erlanger im Vergleich zur ersten Periode um zwei Drittel abnahm. Das Erlanger Vorlesungsspektrum war damit stark eingeschränkt. Die Atomphysik wurde praktisch nicht gelehrt. Die Hallenser wie auch die Heidelberger Vorlesungspalette hatten sich dagegen diversifiziert. Insgesamt macht dieser stichprobenartige Vergleich des Lehrangebots an mathematischer und theoretischer Physik deutlich, dass Halle in den beiden untersuchten Perioden eher eine Position im Mittelfeld der kleineren deutschen Universitäten zukommt als am unteren Ende.

[528] Für die Universität Königsberg konnte das Vorlesungsangebot nicht eruiert werden.

6 Die mathematische Forschung

Die mathematische Forschung an der Universität Halle-Wittenberg lässt sich im Untersuchungszeitraum in zwei Phasen gliedern. In der ersten Phase, die bis Anfang der 1920er Jahre reicht, konzentrierte sich die Forschung im Wesentlichen auf Potentialtheorie, Mengenlehre und angewandte Mathematik. Hier zeigt sich deutlich eine Kontinuität zur Forschung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, die nicht zuletzt durch die Professoren Cantor, Wangerin und Gutzmer gewährleistet wurde.[529] Die Forschung zur angewandten Mathematik erhielt ab der Jahrhundertwende Auftrieb, als sich die Hallenser anlässlich der Änderung der Prüfungsordnung um deren Vertretung in der Lehre bemühten. Zu Beginn der 1920er Jahre erfolgte mit der Berufung von Jung und Hasse sowie Hasses Nachfolger Brandt nicht nur eine Neubesetzung der Professuren, sondern es fand auch ein radikaler Umbruch in der mathematischen Forschungsausrichtung statt. Algebra und Zahlentheorie bestimmten bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes die mathematische Forschung in Halle. Die Forschung in dieser zweiten Phase orientierte sich an den neuen Methoden der im Entstehen begriffenen modernen Algebra. Mit Hasse erhielt Halle einen jungen und ausgesprochen produktiven Vertreter dieser Richtung. Fast gleichzeitig kamen die Forschungen zur angewandten Mathematik durch die Vergabe des diesbezüglichen Lehrauftrags an den Logiker Behmann im Jahr 1925 zum Erliegen. Damit war ab diesem Zeitpunkt praktisch nur noch die reine Mathematik in der Hallenser Forschung vertreten. Diese Ausrichtung änderte sich auch nicht während der Kriegsvorbereitung und während des Zweiten Weltkrieges.

Im Folgenden wird ein Überblick über die mathematische Forschung in Halle zwischen 1890 und 1945 gegeben. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Arbeiten mit Bezug zur mathematischen Physik. Die Gliederung der Abschnitte erfolgt nach den in Halle stärker vertretenen Teilgebieten der

[529] Vgl. [Schlote/Schneider 2009].

Mathematik. Teilgebiete, die in der Hallenser Forschung nur selten berührt wurden, finden an geeigneten Stellen Erwähnung. Die thematische Gliederung bietet daher lediglich eine erste Orientierungshilfe.

6.1 Mengenlehre und Logik

Im Zuge der verstärkten Hinwendung zu den Grundlagen der Mathematik im 19. Jahrhundert entstanden eine Reihe von bedeutenden Arbeiten zur Logik von George Boole (1815 – 1864), Gottlob Frege (1848 – 1925), Guiseppe Peano (1858 – 1932) und anderen. Außerdem schuf Cantor die Mengenlehre. Auf diesen eng miteinander verbundenen Gebieten konnten im Untersuchungszeitraum weitere Fortschritte erzielt werden.[530] Der Universität Halle-Wittenberg kam durch Cantors und auch Bernsteins Arbeiten in dieser Entwicklung keine unbedeutende Rolle zu. Darüber hinaus hatte sie in Behmann ab Mitte der 1920er Jahre einen Vertreter der Logik, der dem frühen logizistischen Programm von David Hilbert (1862 – 1943) und Paul Isaac Bernays (1888 – 1977) zugeneigt war.

Mengenlehre

Im Jahr 1890 hatte Cantor bereits wesentliche Beiträge zur Begründung der Mengenlehre geleistet. In seiner kurzen Abhandlung *Über eine elementare Frage der Mannigfaltigkeitslehre* führte er zu Beginn des Untersuchungszeitraums einen neuen Beweis vor, dass es Mengen mit unendlich vielen Elementen gibt, die nicht die Mächtigkeit der Menge der natürlichen Zahlen haben, ohne – wie in seinem ersten Beweis[531] – auf die irrationalen Zahlen direkt zurückzugreifen.[532] Dazu nutzte er das später nach ihm benannte Diagonalverfahren, das heute meist zum Nachweis der Überabzählbarkeit der Menge der reellen Zahlen gebraucht wird. Cantor betrachtete die Ausarbeitung einer «Zahlentheorie» für diese Mächtigkeiten als eine Aufgabe der Zukunft. Wenige Jahre später hatte er dazu bedeutende Fundamente gelegt: Die von Arthur Schoenflies

[530] Zur Geschichte der Mengenlehre und ihrer Rolle in der Mathematik vgl. [Ferreirós 1999].
[531] Cantor 1874
[532] Cantor 1892

Abbildung 6.1
Georg Cantor, Privatdozent für Mathematik in Halle 1869 – 1872, Extraordinarius 1872 – 1879, Ordinarius für Mathematik 1879 – 1913

(1853 – 1928) als «Höhepunkt seiner mengentheoretischen Arbeiten»[533] bezeichnete Publikation *Beiträge zur Begründung der transfiniten Mengenlehre* erschien Mitte der 1890er Jahre in zwei Teilen.[534] Cantor gab darin einen Überblick zur transfiniten Arithmetik. Ausgehend von einer Menge, verstanden als Zusammenfassung M von «bestimmten wohlunterschiedenen Objecten m unserer Anschauung oder unseres Denkens [...] zu einem Ganzen»[535], definierte er die Mächtigkeit einer Menge, Ordnungsrelationen und arithmetische Operationen zwischen bzw. mit Kardinalzahlen. Für Mengen mit unendlich vielen Elementen führte er transfinite Kardinalzahlen ein, deren kleinste die Mächtigkeit der Menge der natürlichen Zahlen beschrieb und von ihm mit $\aleph_0$ bezeichnet wurde. Die transfiniten Kardinalzahlen beschrieb er im zweiten Teil nochmals mit Hilfe von Ordnungstypen von wohlgeordneten Mengen. Für den zweiten Teil hatte er gehofft, beweisen zu können, dass das Kontinuum der reellen Zahlen zwischen 0 und 1 die Mächtigkeit der zweiten trans-

[533] Schönflies 1922, S. 101
[534] Cantor 1895b
[535] Cantor 1895b, S. 481

finiten Kardinalzahl $\aleph_1$ hatte – die sogenannte Kontinuumshypothese. Die zweite transfinite Kardinalzahl definierte er in dieser Arbeit als Kardinalzahl der Menge der Ordnungstypen von wohlgeordneten abzählbaren Mengen. Er zeigte dann, dass $\aleph_1$ als Mächtigkeit der zweiten Zahlklasse direkt auf $\aleph_0$ folgt. Schließlich behandelte er noch ausführlich spezielle Zahlen der zweiten Zahlklasse, die sogenannten ε-Zahlen. Weil ihm der Beweis der Kontinuumshypothese nicht glückte, verzögerte sich die Veröffentlichung des zweiten Teils um zwei Jahre. Insgesamt stellte diese Arbeit einen wichtigen Beitrag zum Aufbau der Mengenlehre dar.

Kurz darauf veröffentlichte Cesare Burali-Forti (1861 – 1931) eine sich aus dem Cantor'schen Mengenbegriff ergebende Antinomie, die allerdings zunächst kaum beachtet wurde.[536] Er zeigte, dass man einen logischen Widerspruch erhält, falls man alle Ordinalzahlen[537] als eine Menge auffasst – was nach Cantors Definition durchaus möglich war. Cantor, der sich weder zu Burali-Fortis noch zu später von anderen aufgedeckten Antinomien in Publikationen äußerte, kannte diese (und andere) Antinomie(n) jedoch genau. Für ihn waren diese Antinomien erzeugenden Vereinigungen keine Mengen, sondern Manifestationen des aktual Unendlichen, also eines bei Gottfried Wilhelm Leibniz (1646 – 1716) und Baruch de Spinoza (1632 – 1677) auftretenden philosophischen Konzepts. Seiner Meinung nach konnte man das aktual Unendliche aber nicht «zu einem Ganzen» zusammenfassen, so dass diese Art von Vereinigungen nach seiner Definition keine Mengen waren. Nach Cantor entsprach dem aktual Unendlichen kein mathematisches Objekt und das Operieren mit diesem innerhalb der Mathematik musste Inkonsistenzen erzeugen. Cantor schloss also Vereinigungen, wie sämtliche Ordinal- oder Kardinalzahlen, die für ihn das aktual Unendliche repräsentierten, aus seinen mathematischen Untersuchungen aus.[538]

Nachdem eine ganze Reihe von Mathematikern der Mengenlehre in den ersten Jahrzehnten ihrer Herausbildung skeptisch bzw. ablehnend begegnet waren, erhielt Cantor für seine diesbezüglichen Forschungen zunehmend Anerkennung. Davon zeugt nicht nur die schwerpunktmäßige Auseinandersetzung mit Cantors Ideen auf den internationalen

[536] Burali-Forti 1897

[537] Eine Ordinalzahl wird hier definiert als der Ordnungstypus einer wohlgeordneten Menge.

[538] Vgl. [Purkert/Ilgauds 1987], S. 147 – 166.

Mathematikerkongressen 1897 in Zürich und 1904 in Heidelberg, sowie die Hervorhebung der Kontinuumshypothese als erstes Problem der von Hilbert auf dem zweiten internationalen Mathematikerkongress in Paris im Jahr 1900 vorgetragenen Liste von 23 Problemen[539], sondern auch das Erscheinen erster Monographien und Lehrbücher kurz nach der Jahrhundertwende in Europa und den USA. Zudem wurden Ergebnisse der Mengenlehre in verschiedene Teilbereiche der Mathematik, wie etwa Maßtheorie und Funktionalanalysis, integriert und trugen so zum Aufschwung der Mathematik insgesamt bei.

Cantors wissenschaftliche Tätigkeit wurde durch seine seit 1884 in unregelmäßigen Abständen wiederkehrenden manisch-depressiven Schübe behindert. Ab 1899 verschlimmerte sich die Krankheit. Sie beeinträchtigte daraufhin seine Forschung zur Mathematik und seine Lehrtätigkeit erheblich.[540] Er beschäftigte sich zwar noch mit der Mengenlehre, publizierte aber nicht mehr dazu; statt dessen wandte er sich verstärkt philosophisch-literarischen und religiösen Fragen zu. Ab 1896 veröffentlichte er einige Arbeiten zur sogenannten Bacon-Shakespeare-Hypothese. Cantor versuchte die Vermutung, dass Francis Bacon (1561 – 1626) der Urheber der Werke von William Shakespeare (1564 – 1616) sei, zu belegen. Er kündigte dazu auch eine Vorlesung im Sommersemester 1898 an.

In F. Bernstein, der schon als Gymnasiast und später als Student bei Cantor Seminare zur Mengenlehre besuchte, fand Cantor einen Hallenser Mitstreiter im Ausbau der Mengentheorie. Bernstein wurde in Göttingen mit einer Arbeit zur Mengenlehre 1901 promoviert, die er 1905 in nur leicht veränderter Fassung unter dem Titel *Untersuchungen aus der Mengenlehre* publizierte.[541] Er wies darin auf den heute unter dem Namen Bernstein'scher Äquivalenzsatz bekannten Satz hin, dessen Beweisidee er während des Korrekturlesens der Cantor'schen Arbeiten entdeckt und dessen Beweis er 1897 im mathematischen Seminar von Cantor vorgetragen hatte. Der Bernstein'sche Äquivalenzsatz besagt, dass zwei Mengen äquivalent, d. h. gleichmächtig sind, wenn jede

[539] Hilbert trug nur zehn Probleme in seiner Rede auf dem Kongress vor, das zur Mengenlehre war darunter und bildete auch dort den Auftakt. Vgl. [Thiele 2005].
[540] Vgl. Fußnote 105 zu Cantors krankheitsbedingten Beurlaubungen.
[541] Bernstein 1905e. Zu Bernstein vgl. [Frewer 1981], [Nathan 1981].

von ihnen äquivalent zu einer Teilmenge der anderen ist.[542] Bernstein trug mit seiner Arbeit außerdem zu einer vertiefenden Analyse der Kontinuumshypothese bei. Er zeigte, dass die Mächtigkeit $\aleph_1$ der Menge aller Ordnungstypen von wohlgeordneten abzählbaren Mengen kleiner oder gleich der Mächtigkeit c des Kontinuums $[0, 1]$ ist, also $\aleph_1 \leqq c$. Dazu charakterisierte Bernstein das Kontinuum als Gesamtheit aller Ordnungstypen von einfach geordneten Mengen erster Mächtigkeit. Bernstein gelang es außerdem, die Mächtigkeit des Kontinuums als $c = 2^{\aleph_0}$ anzugeben und die Gleichung $\aleph_\mu^{\aleph_\eta} = 2^{\aleph_\eta}$ für $\aleph_\eta \geqq \aleph_\mu$ aufzustellen.[543] Er analysierte auch die von Burali-Forti und Philip Jourdain (1879 – 1919) angegebenen Lösungsversuche zu den Paradoxa der Mengenlehre.[544] Dabei unterstützte er die von Cantor und Jourdain vertretene Richtung, die im Paradoxon betrachtete Menge aller Ordinalzahlen als eine inkonsistente Menge anzusehen, und qualifizierte sie näher als ein Beispiel für eine Gesamtheit, die nicht wohlgeordnet werden konnte.

Bernstein betätigte sich während seiner Hallenser Zeit auch auf anderen Gebieten der Mathematik. Er publizierte beispielsweise zu seinem Habilitationsgebiet, den Klassenkörpern, sowie zur Differentialrechnung, zur Geometrie, zur Darstellung von Funktionen durch trigonometrische Reihen und zur Fehlerrechnung.[545] In dem ersten und dem vorletzten Themengebiet zeigt sich deutlich der Einfluss seines Göttinger Lehrers Hilbert. Bezüge zur Mengenlehre finden sich in den übrigen aufgezählten Gebieten mit Ausnahme der Geometrie. In der geometrischen Arbeit *Über die isoperimetrische Eigenschaft des Kreises auf der Kugeloberfläche und in der Ebene* gab Bernstein erstmals einen exakten Beweis für die isoperimetrische Eigenschaft des Kreises.[546] Die isoperimetrische Eigen-

[542] Zwei Mengen heißen äquivalent oder gleichmächtig, wenn es eine bijektive Abbildung zwischen ihren Elementen gibt.

[543] Auf Kritik hin präzisierte Bernstein den Gültigkeitsbereich der Gleichung und hob hervor, dass er die erweiterte Gleichung $\aleph_\mu^{\aleph_\eta} = \aleph_\mu 2^{\aleph_\eta}$ nur für $\eta = 1$ und $\mu = 0$ gezeigt habe [Bernstein 1905c]. Gyula König (1849 – 1913) hatte zuvor aus der angeblichen Gültigkeit der Bernstein'schen Formel für alle Ordinalzahlen auf die Nichtexistenz einer Wohlordnung für das Kontinuum geschlossen. Vgl. [Purkert 2004].

[544] Bernstein 1905b. Weitere Veröffentlichungen zur Mengenlehre: [Bernstein 1905d], [Bernstein 1906b].

[545] Bernstein 1904a; Bernstein 1904b; Bernstein 1904c; Bernstein 1905a; Bernstein 1906a; Bernstein 1907a; Bernstein 1907b

[546] Bernstein 1905a

schaft des Kreises bedeutet, dass der Kreis unter allen Jordankurven von vorgegebenem Inhalt (in der Ebene und auf einer Kugel) als einziger minimale Länge hat. Für seinen Beweis versuchte Bernstein die für die «unmittelbare Gewissheit» dieser Aussage verantwortlichen Motive – ein intuitiv-mechanisches, sowie ein visuelles – auszunutzen. Die beiden Arbeiten zur Fehlerrechnung *Über eine Funktionalgleichung und eine erweiterte Begründung des Gaußschen Fehlergesetzes* und *Über das Gaußsche Fehlergesetz* behandeln einen Bereich der angewandten Mathematik, der bereits Bernsteins spätere Hauptforschungsrichtungen, die statistische Behandlung von überwiegend die Genetik betreffenden Fragestellungen und die Versicherungsmathematik, berührte.[547] Es gelang ihm zu zeigen, dass aus der Gleichung $f(x+y) = f(x) + f(y)$ zusammen mit den Annahmen, dass das arithmetische Mittel der wahrscheinlichste Wert einer Zufallsgröße ist und dass die Fehlerfunktion integrierbar sowie normiert ist, das Fehlergesetz nach Gauß vollständig deduziert werden kann. Insbesondere konnten so unstetige Lösungen der obigen Gleichung, die Georg Hamel entdeckt hatte, ausgeschlossen werden. Bernstein übertrug den Beweis auf Fehlerfunktionen, die von n Zufallsgrößen abhängen, und zeigte dort, dass das Fehlergesetz nur durch eine definite quadratische Form erfüllt wurde. Dieses Hauptresultat fasste er als Fundamentaltheorem der definiten quadratischen Form zusammen. In die Ableitung dieser Ergebnisse flossen an einigen Stellen auch mengentheoretische Überlegungen ein. Vermutlich beruhte auf diesen Arbeiten das ihm zu jener Zeit unterbreitete Angebot, als Direktor des Versicherungsverbandes der öffentlichen Lebensversicherungsanstalten zu wirken, das Bernstein jedoch zugunsten der Wissenschaft ausschlug. Insgesamt zeigen Bernsteins Hallenser Forschungen ein sehr breites Interessenspektrum.

Exakte Logik

Das durch Cantor begründete und von Bernstein aufgegriffene Forschungsgebiet der Mengenlehre wurde an der Universität Halle-Wittenberg zunächst nicht weiter gepflegt. Kein Hallenser Mathematiker hatte seinen Forschungsschwerpunkt in diesem Bereich, bis 1925 Behmann zum Privatdozenten ernannt wurde.[548] Behmann war zwar

[547] Bernstein 1906a; Bernstein 1907b

[548] Zu Behmanns Wirken in Halle vgl. [Schenk/Meÿer 2002].

für die Vertretung der angewandten Mathematik zuständig, aber sein wissenschaftliches Interesse galt der Logik und ihrer Symbolik. Als Reaktion auf die mengentheoretischen Paradoxa hatten sich Anfang des 20. Jahrhunderts verschiedene Ansätze im Bereich der mathematischen Logik herausgebildet: Auf der einen Seite stand das intuitionistische Programm von Luitzen Egbertus Jan Brouwer (1881 – 1966), welcher durch den Ausschluss verschiedener logischer Schlussweisen, wie beispielsweise die der Regel des Tertium non datur, aus der Mathematik, die mathematische Theorie von Widersprüchen zu befreien suchte. Auf der anderen Seite standen Theorien von Bertrand Russell (1872 – 1970), Alfred Whitehead (1861 – 1947) und auch Hilbert (Beweistheorie), die durch klare, begriffliche Fassung der mathematisch-logischen Grundlagen die Widersprüche aus dem Weg zu räumen versuchten.[549] Behmann war dem letztgenannten Ansatz verpflichtet.[550] Es gelang ihm 1922 – noch vor seiner Zeit in Halle – eine Lösung des Entscheidungsproblems für den vollen einstelligen Prädikatenkalkül.[551] Nach einer weiteren Veröffentlichung zum Entscheidungsproblem verfasste er unter dem Titel *Mathematik und Logik* eine kurze Einführung in die von Russell und Whitehead in ihrer *Principia mathematica* (1910 – 1913) entwickelte Logik.[552] Er entwickelte dafür eine eigene Symbolik und vertrat eine logizistische Auffassung, in welcher reine Mathematik als «verkleidete Logik» charakterisiert wurde. Anschließend wandte sich Behmann den Paradoxa der Logik und der Mengenlehre zu. In dem Aufsatz *Zu den Widersprüchen der Logik und der Mengenlehre* von 1931 führte er einige dieser Widersprüche auf eine falsche, unzulässige Verwendung der logischen Symbolik zurück. Vom Standpunkte der symbolischen Logik handle es sich «um einen bloßen Rechenfehler [...], etwa nach der Art des unerlaubten Kürzens durch 0 oder der skrupellosen Vertauschung von Grenzprozesse[n].»[553] Er führte vor, wie das von Russell aufgestellte Paradoxon der Menge aller sich selbst nicht als Element enthaltenden

[549] Zur Geschichte der Logik vgl. [Guillaume 1994].

[550] Zu Behmanns Göttinger Arbeiten vgl. [Mancosu 1999].

[551] Behmann 1922. Das Entscheidungsproblem betrifft die Frage nach der Existenz eines Verfahrens, mit dessen Hilfe für jede Formel des Kalküls entschieden werden kann, ob diese entweder im Endlichen erfüllbar oder widerlegbar ist.

[552] Behmann 1927

[553] Behmann 1931a, S. 39

Mengen durch die Einführung einer Abkürzung (eines «Kurzzeichens») entstand. Im Fall des Russell'schen Paradoxons sei in unzulässiger Weise mit der Abkürzung umgegangen worden, weil bei der Ersetzung des Kurzzeichens durch seine Bedeutung der entstehende Ausdruck symbolisch nicht mehr nachvollziehbar sei. Derselbe Missbrauch von Kurzzeichen liege bei den Paradoxa von Cantor und von Burali-Forti vor. In einer kritischen Anmerkung meinte Hasso Härlen (1903 – 1989), dass Behmanns Analyse zwar zutreffe, dass aber der Stand der Forschung bereits darüber hinaus gehe. Die Paradoxa seien kein Problem der logischen Symbolik, sondern eines der Logik.[554]

In *Sind die mathematischen Urteile analytisch oder synthetisch?* behandelte Behmann diese Kant'schen Fragestellung.[555] Er gab eine nach verschiedenen mathematischen Teildisziplinen differenzierte Antwort, die er auf die symbolische Logik stützte. Im Gegensatz zu Kant meinte Behmann, dass die auf der Arithmetik beruhenden mathematischen Teildisziplinen, zu denen er die Mengenlehre, die Zahlentheorie, die Algebra (ohne die moderne Algebra), die Analysis und die Funktionentheorie zählte, analytisch seien. Denn die von Russell und Gottlob Frege entwickelte Logik umfasse die Arithmetik. Diese Darstellung großer Teilbereiche der Mathematik als unter die Logik fallend zeigt erneut Behmanns logizistische Auffassung. Die modernen Theorien der Mathematik, sowie weite Teile der Geometrie klassifizierte Behmann ebenfalls als analytisch. Nur gewisse Bereiche der Geometrie bildeten hiervon eine Ausnahme: Insofern dort Aussagen über die räumliche Erfahrungswelt getroffen würden, sei die Geometrie synthetisch. In einem zweiten Teil der Arbeit stellte Behmann die Grundzüge der Russell'schen Logik dar. Auf die neueren, für die mathematische Logik und Mathematik grundlegenden Resultate von Kurt Gödel (1906 – 1978), die Unvollständigkeitssätze für gewisse formale Systeme von 1931, ging Behmann jedoch nicht ein.

Auch Behmanns auf dem dritten Internationalen Kongress für die Einheit der Wissenschaft 1937 in Paris eingebrachter Versuch zur Vereinheitlichung der logischen Symbolik wurde mit Skepsis betrachtet. Um der vielbeklagten Überproduktion von Symbolsystemen der Logik, die das Verständnis logischer Abhandlungen stark erschwerten, Einhalt

[554] Härlen 1931. Von verschiedenen Seiten geäußerte Einwände gegen Behmanns Lösungsversuch konnte dieser erfolgreich entkräften. Vgl. auch [Thiel 1988], S. 330 f.

[555] Behmann 1934. Vgl. auch die dortigen Beiträge von Bernays und H. Scholz.

Abbildung 6.2
Heinrich Behmann, Privatdozent für angewandte Mathematik in Halle 1925 – 1938, nichtbeamteter außerordentlicher Professor 1938, beamteter außerplanmäßiger Professor 1939 – 1945

zu gebieten, dachte Behmann daran, eine einheitliche Grundsymbolik einzuführen, die sich an Lesbarkeit und physiologisch-psychologischen Gesetzen des Lesevorgangs orientieren sollte.[556] Bernays, ein Mitstreiter von Hilbert, schlug dagegen vor, sich auf einige wenige Arten der Symbolik zu einigen, während der Philosoph und Logiker Heinrich Scholz (1884 – 1956) den Zeitpunkt zur Einführung einer einheitlichen logischen Symbolik noch nicht für gekommen ansah und überhaupt grundsätzliche Zweifel anklingen ließ. Auch wenn Behmanns Forschungen zur Logik mit Ausnahme seines Beitrags zum Entscheidungsproblem von 1922 von den Zeitgenossen überwiegend kritisch aufgefasst wurden und sie nicht mit den Forschungen Cantors zu vergleichen sind, so hatte Halle doch in ihm einen Vertreter einer wachsenden und für die moderne Mathematik grundlegenden Teildisziplin.

6.2 Potentialtheorie und Analysis

Potentialtheorie und Analysis bildeten in den ersten drei Dekaden des Untersuchungszeitraums, wie auch schon in den Jahrzehnten zuvor, den Schwerpunkt der mathematischen Forschung in Halle. Wangerins

[556] Behmann 1937

kontinuierlich erscheinende Beiträge zur Potentialtheorie waren dafür die Grundlage. Auch E. Neumann forschte zu diesem Bereich. Beide hielten dabei an den bewährten Methoden der geschickt gewählten Koordinatentransformationen fest und griffen nicht die neueren Ansätze auf, die um die Jahrhundertwende von Henri Poincaré (1854 – 1912) und anderen entwickelt worden waren. Allerdings gingen beide den Anwendungsmöglichkeiten der Potentialtheorie in der Physik nach. Damit waren ihre diesbezüglichen Forschungen auch Beiträge zur mathematischen Physik. Potentialtheoretische Untersuchungen mit relativ engen physikalischen Bezügen bildeten seit Mitte des 19. Jahrhunderts eine Forschungstradition in Halle, die nach dem Tod Wangerins in den 1920er Jahren abbrach. Daneben gab es noch eine Reihe von Veröffentlichungen zu sehr speziellen Gebieten der Analysis von Wiltheiß, Gutzmer und Doetsch.[557] Die beiden letztgenannten untersuchten spezielle Differential- bzw. Integralgleichungen.

Während des Untersuchungszeitraums wurden große Fortschritte in den für die mathematische Physik bedeutsamen Theorien der Differential- und der Integralgleichungen erzielt, insbesondere durch die Integration geometrischer und topologischer Gesichtspunkte in die aufkommende Funktionalanalysis. Grundlegend für die Weiterentwicklungen im Gebiet der Analysis war die Verallgemeinerung des Funktionenbegriffs Ende des 19. Jahrhunderts vor allem von Seiten italienischer Mathematiker wie beispielsweise Vito Volterra (1860 – 1940), der erstmals Funktionen von Funktionen untersuchte. Die Potentialtheorie, die sich ab der Jahrhundertwende immer stärker disziplinär zwischen Mathematik und Physik aufspaltete, erfuhr eine bedeutende Erweiterung durch die Berücksichtigung n-dimensionaler Räume. In der Hallenser Forschung blieben diese Entwicklungen jedoch fast vollständig unberücksichtigt.

Spezialuntersuchungen im Bereich der Potentialtheorie

Wangerin publizierte relativ kontinuierlich zur Potentialtheorie. Seine wissenschaftliche Tätigkeit beschränkte sich jedoch nicht auf dieses Gebiet. Zu ihr gehörten auch das damit eng verbundene Gebiet der

[557] Weitere Beiträge zur Analysis lieferten die Hallenser Dozenten Stäckel (auch Funktionentheorie, vgl. Abschnitt 6.4.1) im Bereich der Differentialgleichungen und Funktionentheorie, Threlfall im Bereich der globalen Analysis (vgl. Abschnitt 6.5.3) sowie Bernstein zu diversen Fragestellungen und Behmann mit einer Differentiationsregel.

Kugelfunktionen, die Differentialgeometrie (vgl. Abschnitt 6.3) und die Tätigkeit als Rezensent für das *Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik*. Außerdem wirkte Wangerin als Herausgeber zahlreicher älterer Werke zu diesen Gebieten und zur mathematischen Physik (Elektromagnetismus, Kapillaritätstheorie, Hydrodynamik, Optik), von denen die meisten in der Reihe *Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften* erschienen. Die Herausgabe dieser Werke bildete quantitativ den Hauptteil seiner wissenschaftlichen Publikationstätigkeit im Untersuchungszeitraum. Viele der edierten Werke waren Arbeiten, welche die Potentialtheorie in mathematischer Hinsicht entscheidend befördert hatten.[558] Wangerin fertigte, falls nötig, Übersetzungen an, gab eine knappe historische Einordnung des Werkes, kommentierte es ausführlich und fügte eine Kurzbiographie des Autors inklusive eines Verzeichnisses ausgewählter Schriften an. Seinem Lehrer Franz Neumann (1798 – 1895) widmete sich Wangerin ausführlich. Neben der Herausgabe von dessen Abhandlung zur doppelten Strahlenbrechung und der Vorlesung über Kapillaritätstheorie würdigte er dessen wissenschaftliches Wirken in einigen kleineren, biographisch angelegten Schriften.[559] In einem wissenschaftshistorischen Artikel für die *Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften* behandelte er ausführlich ältere optische Theorien, insbesondere jene von Augustin Jean Fresnel (1788 – 1828) und deren Modifikationen im 19. Jahrhundert.[560] Abgesehen von F. Neumanns Beiträgen zur Physik hob Wangerin auch besonders dessen rein mathematisch ausgerichtete Arbeiten zu Kugelfunktionen hervor, einem Gebiet, zu dem er selbst rege forschte.

Als ausgewiesener Spezialist für Kugelfunktionen und Potentialtheorie verfasste Wangerin außerdem den Beitrag über Kugelfunktionen für die *Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften*.[561] Sein umfangreiches, zweibändiges Werk *Theorie des Potentials und der Kugelfunktionen* galt als ein vortreffliches Lehrbuch.[562] Im ersten Band entwickelte er die wichtigsten Eigenschaften des Flächen- und des Körperpotentials und

[558] Wangerin 1889a; Wangerin 1890; Wangerin 1894d; Oettingen/Wangerin 1895; Wangerin 1896
[559] Wangerin 1897; Wangerin 1907; Wangerin 1910
[560] Wangerin 1909a
[561] Wangerin 1904
[562] Wangerin 1909b

Sammlung Schubert LIX

Theorie
des Potentials und der
Kugelfunktionen

Von

Dr. A. Wangerin
Professor an der Universität Halle a. S.

II. Band

Mit 17 Figuren

Berlin und Leipzig
Vereinigung wissenschaftlicher Verleger
Walter de Gruyter & Co.
vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung — J. Guttentag, Verlagsbuchhandlung — Georg Reimer — Karl J. Trübner — Veit & Comp.
1921

Abbildung 6.3 Titelblatt von Wangerins Abhandlung zur Potentialtheorie

erläuterte einige Erweiterungen des Potentialbegriffs. Ausführlich ging er auf das Potential homogener Ellipsoide ein.[563] Obwohl Wangerin eine mathematische Darstellung der Potentialtheorie lieferte, war die mathematische Physik in zahlreichen Anwendungsbeispielen präsent. Im einleitenden Kapitel stellte er als erstes einige Problemstellungen aus der Physik vor, die zum Potentialbegriff und auch zur Laplace'schen Differentialgleichung $\Delta V = 0$ für ein Potential V führten.[564] Im abschließenden Kapitel diskutierte er die Gestalt der Erde – aufgefasst als rotierende, feste, von einer dünnen Flüssigkeitsschicht bedeckte Kugel – mit Hilfe der Potentialtheorie. Die enge Verbindung zur mathematischen Physik und deren Bedeutung für die Theorieentwicklung hob Wangerin in der Einleitung hervor:

> «Wenn man erwägt, daß zu den [...] [durch die Potentialtheorie erfassten] Kräften nicht nur die Gravitation gehört, sondern daß nach dem Coulombschen Gesetz auch die magnetischen und elektrischen Erscheinungen von derartigen Kräften abhängen, so läßt sich die Wichtigkeit der Potentialtheorie für die Physik ermessen [...]. Aber auch abgesehen von den Anwendungen ist die Potentialtheorie vom rein mathematischen Standpunkte aus interessant, und sie ist für die Entwicklung der Wissenschaft von größter Bedeutung gewesen, insofern durch sie der Analysis neue Probleme erschlossen sind und dadurch zur Ausbildung neuer Methoden der Anstoß gegeben ist.»[565]

Der Schwerpunkt des zweiten Bandes lag auf den Kugelfunktionen und ihren Anwendungen auf Potentiale, insbesondere auf die Lösung der Randwertaufgaben der Potentialtheorie. Bei der ersten (bzw. zweiten) Randwertaufgabe der Potentialtheorie ist eine Funktion f gesucht, die sogenannte Potentialfunktion, welche auf einem im Inneren einer geschlossenen Fläche F liegenden Raum T die Laplace'sche Differentialgleichung $\Delta f = 0$ erfüllt und die (bzw. deren Ableitung) auf F bestimmte Werte, die Randwerte, annimmt, sowie gewissen Stetigkeits- und Differenzierbarkeitsbedingungen genügt. Für bestimmte einfache Räume T, wie den Innen- und Außenraum von Kugeln und Rotationsellipsoiden

[563] Vgl. [Wangerin 1914b] als Beispiel einer weiteren Vereinfachung eines speziellen Problems.

[564] Dabei ist Δ der Laplace'sche Differentialoperator $\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$.

[565] Wangerin 1909b, S. 1

gab Wangerin konkrete Methoden an, um die Potentialfunktion zu berechnen; für andere T, die von beliebigen geschlossenen Flächen begrenzt wurden, erläuterte er ausführlich die Methode des arithmetischen Mittels von Carl Neumann. Die Lösungsansätze von Gauß, George Green (1793 – 1841) und Lejeune Dirichlet (1805 – 1859) und deren begrenzte Gültigkeit stellte er ebenfalls vor.

In zwei Einzelabhandlungen *Über das Potential gewisser Ovaloide* entwickelte Wangerin eine allgemeine Methode, um das Potential von sogenannten Ovaloiden konkret zu berechnen.[566] Diese Aufgabenstellung ist eine Übertragung des von C. Neumann mittels des logarithmischen Potentials gelösten zweidimensionalen Problems für Ovale auf den Raum und war als Preisaufgabe von der Fürstlich-Jablonowski'schen Gesellschaft zu Leipzig gestellt worden. Da sich das Neumann'sche Lösungsverfahren[567] nicht übertragen ließ, ersann Wangerin eine neue Methode, die auch im zweidimensionalen Fall anwendbar und vergleichsweise einfach war. Er entwickelte das Potential des Ovaloids, das durch gewisse Transformationen aus Rotationsellipsoiden entstand, unter Verwendung von räumlichen Polarkoordinaten in eine Reihe, integrierte die Reihenglieder einzeln, summierte sie und interpretierte das Ergebnis. Die Schwierigkeit bestand in der Integration der Reihenglieder. Wangerin löste dieses Problem mit Hilfe einer von ihm gefundenen neuen Darstellung von Kugelfunktionen.[568] Mit diesem Verfahren berechnete er direkt das Potential verschiedener Ovaloide. Damit unterschied sich Wangerins Methode stark von dem kurz zuvor publizierten sehr viel allgemeineren funktionentheoretischen Verfahren von Gustav Herglotz (1881 – 1953), dessen Arbeit von der Jablonowski'schen Gesellschaft ausgezeichnet wurde.[569] Einige Jahre später vertiefte Wangerin einen Aspekt dieser Theorie, die sogenannten Potentiale dreifach belegter Flächen.[570] Diese waren bereits in seiner ersten Arbeit zu Ovaloiden als Interpretation gewisser, schon in Herglotz' Arbeit vorkommender Potentiale aufgetreten.

[566] Wangerin 1915; Wangerin 1917
[567] Neumann, C. 1909
[568] Wangerin 1914a
[569] Herglotz 1914. Vgl. [Schlote 2008], Abschnitt 6.5.
[570] Wangerin 1920

E. Neumann publizierte als Hallenser Privatdozent zwei Arbeiten zur Theorie der Elektrostatik, darunter seine Habilitation. Angeregt durch ein Seminar von C. Neumann zur Elektrostatik im Wintersemester 1895/96 in Leipzig, beschäftigte er sich in seiner Habilitation *Zur Poissonschen Theorie der Elektrostatik [...]* mit der Verteilung der statischen Elektrizität (Ladung) auf Konduktoren. Die Bearbeitung dieses potentialtheoretischen Problems durch Neumann ordnete Wangerin in seinem Gutachten klar der mathematischen Physik und nicht der Physik zu.[571] Nach Neumann lauteten die beiden Fundamentalprobleme der Elektrostatik wie folgt: 1) Die Verteilung der Elektrizität auf isolierten Konduktoren zu bestimmen, wenn keine äußeren Kräfte wirken bzw. die Belegung der Konduktoroberfläche, deren Potential auf alle innere Punkte konstant ist; 2) Die Verteilung der durch einen äußeren elektrischen Massepunkt induzierten Elektrizität auf geerdeten Konduktoren zu ermitteln bzw. die Belegung der Konduktoroberfläche, deren Potential auf die inneren Punkte umgekehrt proportional zur Entfernung zwischen Massepunkt und innerem Punkt sowie proportional zur Ladung des Massepunkts ist. Um das zweite Fundamentalproblem auf das erste zurückzuführen, nutzte E. Neumann die in der Potentialtheorie bewährte Methode der reziproken Abbildung, allerdings in Verbindung mit dipolaren Koordinaten. Durch die Verwendung der dipolaren Koordinaten wurde diese Reduktion erheblich vereinfacht. Neumann löste die beiden Fundamentalprobleme für einen Konduktor, der durch drei Kugelflächen begrenzt wurde, wovon die eine Kugelfläche auf den beiden anderen senkrecht stand. Dieser Konduktor hatte nicht die Form eines Rotationsellipsoids und war damit im gewissen Sinne neuartig. Neumann verallgemeinerte seine Vorgehensweise für eine größere Anzahl von Konduktoren, deren Begrenzungsflächen ähnlich strukturiert waren. Die Habilitationsschrift Neumanns, in der er insbesondere einige Ergebnisse über dipolare Koordinaten ausführlich darstellte, war eine Ausarbeitung einer bereits zwei Jahre zuvor veröffentlichten, kurzen Mitteilung der wichtigsten Resultate.[572] Mit den dipolaren Koordinaten griff E. Neumann einen Ansatz von C. Neumann auf, der sie bereits auf einige andere Probleme der Potentialtheorie angewandt hatte.

[571] Neumann 1899a. Vgl. UAH, Rep. 21, III, Nr. 143, unpaginiert, 18. Neumann, Referat über die Arbeiten des Herrn Dr. E. Neumann von Wangerin vom 7. Juni 1899.

[572] Neumann 1896

In der zweiten Arbeit *Ueber die Robin'sche Methode zur Bestimmung des electrostatischen Potentials* studierte E. Neumann die von Gustave Victor Robin (1855 – 1897) gefundene Methode zur Lösung der zweiten Randwertaufgabe der Potentialtheorie im Raum.[573] Robin hatte seine Methode nur für konvexe Flächen bewiesen. Neumann vereinfachte diesen Beweis und dehnte die Methode auf eine größere Klasse von Flächen aus. Dasselbe wollte Neumann auch für die ältere, von C. Neumann entwickelte Methode des arithmetischen Mittels erzielen. Obwohl er viele Parallelen zwischen dem Vorgehen von Robin und C. Neumann sah, war ihm das noch nicht gelungen. Kurz zuvor hatte Poincaré einen gänzlich anderen Beweis der Neumann'schen und der Robin'schen Methode gegeben, der gleichfalls nicht nur für überall konvexe Gebiete galt.[574] Poincarés Ansatz führte schließlich zusammen mit den Arbeiten von Ivar Fredholm (1866 – 1927) zur Entwicklung der Theorie der Integralgleichungen, mit der ein zufriedenstellender Beweis gelang. E. Neumann griff nicht die Poincaré'sche, ihm noch zweifelhaft und als ein Umweg erscheinende Beweisstruktur auf, sondern nutzte traditionellere Mittel, nicht ohne eine Verbindung zum Poincaré'schen Beweisgang herzustellen. In seinen späteren Arbeiten behandelte E. Neumann diesen Themenkomplex immer wieder und integrierte teilweise auch Poincarés Ansatz in seine Betrachtungen.[575]

Spezielle Funktionen, Differential- und Integralgleichungen

Die weiteren Forschungen zur Analysis in Halle betrafen zum Teil sehr spezialisierte Bereiche. Wiltheiß beschäftigte sich mit sehr speziellen Fragestellungen zu Thetafunktionen. In seinen letzten beiden aktiven Jahren in Halle veröffentlichte er Arbeiten zu Invarianzeigenschaften von Thetafunktionenen bzw. von aus Thetafunktionen gebildeten partiellen Differentialgleichungen.[576] Damit folgte er dem Programm von Felix Klein, der in der Untersuchung von Transformationsgruppen und deren Invarianten einen Schlüssel zum tieferen Verständnis der inneren mathematischen Zusammenhänge sah. Wiltheiß nutzte dazu die Konzepte der formalen Invariantentheorie und konnte so auch einige seiner früheren

[573] Neumann 1899b

[574] Poincaré 1897

[575] Beispielsweise in den von der Fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft zu Leipzig ausgezeichneten Preisschriften [Neumann 1905] und [Neumann 1912].

[576] Wiltheiß 1890; Wiltheiß 1891; Wiltheiß 1892

Resultate klarer fassen. Seine Arbeiten bezeichnete Wilhelm Wirtinger (1865 – 1945) als eine «Reihe wertvoller Einzelresultate».[577]

Gutzmer engagierte sich während der Zeit seiner Hallenser Professur hauptsächlich im Bereich der Ausbildung von Lehrern und der Gestaltung des Mathematikunterrichts an Schulen. Er war Vorsitzender der Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und des Deutschen Ausschusses für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht sowie Mitglied im deutschen Beirat der Internationalen Mathematischen Unterrichtskommission. Die meisten seiner Veröffentlichungen betrafen daher dieses für die vorliegende Untersuchung nur bedingt relevante Gebiet. Die mathematische Physik sollte der Kommission zufolge vor allem an den Realgymnasien in dem Bestreben, Anwendungen der Mathematik stärker zu berücksichtigen, in den Mathematikunterricht integriert werden. Neben diesem wissenschaftspolitischen Engagement war Gutzmer über 20 Jahre lang alleiniger Herausgeber der Zeitschrift *Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung*. Außerdem betätigte sich Gutzmer wissenschaftshistorisch. Er fungierte beispielsweise als Mitherausgeber der gesammelten Werke von Leonhard Euler (1707 – 1783) und verfasste einen Artikel zur Geschichte der Deutschen Mathematiker-Vereinigung.[578]

So eingebunden, blieb kaum Zeit für eigene mathematische Forschungen. Alle seine mathematischen Publikationen stammten aus der Zeit vor 1905. Wie schon in seiner Dissertation bei Wangerin 1893 beschäftigte er sich vor allem mit der Lösung von linearen homogenen Differentialgleichungen. Während seiner Privatdozentur in Halle entstanden zwei diesbezügliche Veröffentlichungen. In seiner Habilitationsschrift studierte er Eigenschaften von bestimmten adjungierten linearen Differentialgleichungen.[579] Die n adjungierten Differentialgleichungen entstanden aus den n Fundamentallösungen einer gegebenen linearen homogenen Differentialgleichung n-ter Ordnung durch Determinantenbildung. Mit dieser Untersuchung knüpfte er an Arbeiten von J. Cels und Emanuel Grünfeld (1856 – ?) an. In der zweiten Abhandlung erörterte Gutzmer eine sich aus dem Nachlass von Paul Günther (1867 – 1891)

[577] Wirtinger 1901, S. 62
[578] Gutzmer 1904
[579] Gutzmer 1896

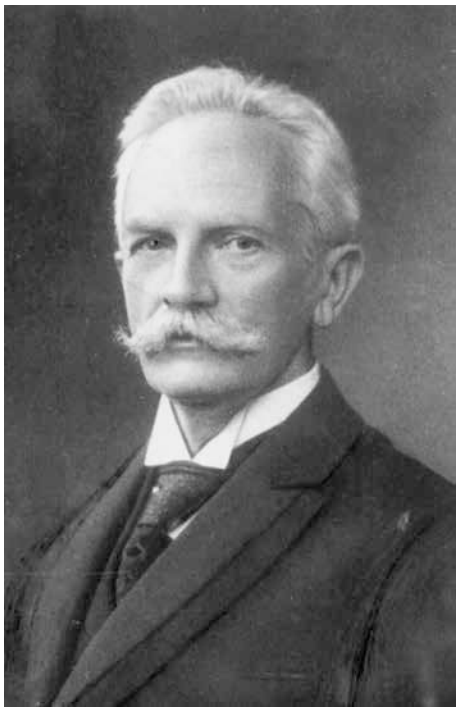


Abbildung 6.4
August Gutzmer, Privatdozent in Halle 1896 – 1899, ordentlicher Professor für reine und angewandte Mathematik 1905 – 1924

ergebende Andeutung.[580] Aus dem Existenzbeweis für die Lösung bestimmter linearer homogener Differentialgleichungen konnte er eine Fehlerabschätzung für die Reihenentwicklung der Lösungen durch n Summanden geben.

Die mathematischen Arbeiten des Dozenten mit Lehrauftrag für angewandte Mathematik Doetsch behandeln die Anwendung von Laplace-Transformationen zur Lösung von Integralgleichungen und zum Aufsuchen von transzendenten Additionstheoremen. Die Theorie der Integralgleichungen im Sinne einer Spektraltheorie von Differentialoperatoren war von Hilbert und seinen Schülern Erhard Schmidt, Frigyes Riesz (1880 – 1956), Otto Toeplitz und Ernst Hellinger (1883 – 1950) im ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts entwickelt worden, aufbauend auf Arbeiten von Poincaré aus den 1890er Jahren und der Fredholm'schen Integralgleichungstheorie. Sie war grundlegend für die Entstehung der Funktionalanalysis und das Konzept der Funktionenräume und

[580] Gutzmer 1898

eröffnete neue Möglichkeiten bei der Lösung von Integralgleichungen, die auch in der mathematischen Physik Anwendung fanden. Für diese Entwicklungen waren punktmengentheoretische Ansätze wichtig, wie sie vor allem von französischen Mathematikern zu Beginn des 20. Jahrhunderts verfolgt wurden. Neben der Einführung des metrischen Raums durch Maurice Fréchet (1878 – 1973) im Jahr 1906 war auch eine Verallgemeinerung des Begriffs einer kompakten Menge nötig. Für die später aufkommende Quantenmechanik zeigte János von Neumann (1903 – 1957) 1928 die Bedeutung der Hilbert'schen Spektraltheorie und des von F. Riesz 1907 eingeführten Funktionenraumes L^2, der nach Henri Lebesgue (1875 – 1941) quadrat-integrierbaren Funktionen auf – dem ersten Beispiel für das von von Neumann geschaffene Konzepts des abstrakten Hilbertraums.

Anknüpfend an eine gemeinsame Arbeit mit Felix Bernstein[581] untersuchte Doetsch Integralgleichungen und Integrodifferentialgleichungen vom sogenannten Faltungstyp. Durch Laplace-Transformationen konnte er diese auf einfacher zu lösende Gleichungen zurückführen. Er unterschied zwischen den Funktionen, die im ursprünglichen Problem auftraten (Oberfunktionen), und solchen, die durch Transformation daraus hervorgingen (Unterfunktionen).[582] Die Eigenschaften der Oberfunktionen und deren Beziehungen untereinander spiegelten sich dann in den Eigenschaften der Unterfunktionen und Beziehungen zwischen diesen wider. Beispielsweise konnte eine «Faltung» von Oberfunktionen auf die Multiplikation zweier Unterfunktionen zurückgeführt werden.[583] Aber es konnten auch algebraische Additionstheoreme für die Unterfunktionen durch die Umkehrung der Laplace-Transformation auf Additionstheoreme für Faltungen von Oberfunktionen übertragen werden. Angewandt auf Thetafunktionen als Oberfunktionen ergaben sich so transzendente Additionsgesetze.[584] Außerdem entsprachen partielle Differentialgleichungen in Oberfunktionen den besser handhabbaren totalen Differentialgleichungen in Unterfunktionen. Die Integrodifferentialgleichungen des Faltungstyps tauchten in der theoretischen Physik

[581] Bernstein/Doetsch 1923

[582] Doetsch 1923a

[583] Unter einer Faltung $F_1 * F_2$ zweier integrierbarer Funktionen wird das Integral $\int_0^t F_1(t-\tau)F_2(\tau)\,\mathrm{d}\tau$ verstanden.

[584] Doetsch 1923b

im Bereich der Mechanik, der Elastizitätstheorie und der Wärmeleitungstheorie auf. In einem weiteren Artikel wandte Doetsch seine Methode auf ein konkretes Problem der Wärmeleitung an (vgl. Abschnitt 6.4).[585]

6.3 Geometrie

Die Forschungen zur Geometrie erlebten im Untersuchungszeitraum einen Aufschwung. Die Ergebnisse der sogenannten italienischen Schule konnten mit Hilfe neuer algebraisch-arithmetischer Methoden und Konzepte auf sicherere Grundlagen gestellt und so die algebraische Geometrie neu begründet werden. Im Bereich der Differentialgeometrie erzielten Tullio Levi-Cevita (1873 – 1941), Hermann Weyl und Élie Cartan (1869 – 1951) wichtige Beiträge zur Theorie n-dimensionaler Mannigfaltigkeiten. In Halle war bereits im 19. Jahrhundert die Geometrie nur gering vertreten. Auch im hier betrachteten Untersuchungszeitraum änderte sich daran kaum etwas. Die wenigen geometrischen Beiträge von H. Wiener, Wangerin und Eberhard belegen dies eindrücklich. Eberhard forschte zu Tetraedern, Wangerin untersuchte Flächen und Wiener entwickelte die sogenannte Spiegelungsgeometrie. Wieners Arbeiten entfalteten zumindest indirekt Wirkung, weil sie Hilbert zu seinen Untersuchungen über die Grundlagen der Geometrie anregten. In den 1920er Jahren erlebten die Forschungen zur Geometrie in Halle mit Wangerins Nachfolger Jung einen gewissen Aufschwung. Jung versuchte die algebraische Geometrie der italienischen Schule durch algebraisch-arithmetische Methoden zu begründen. Da seine Arbeiten aber vor allem zum Aufbau der dabei zur Anwendung kommenden algebraisch-arithmetischen Theorie beitrugen, werden sie im Abschnitt 6.5 behandelt. Nichtsdestotrotz stellten viele von ihnen gleichzeitig einen Beitrag zur Geometrie dar und als solche sei an dieser Stelle auf sie hingewiesen. Vereinzelt finden sich auch geometrische Arbeiten weiterer Hallenser Mathematiker.[586]

[585] Doetsch 1925a

[586] Vgl. Bernstein zur isoperimetrischen Eigenschaft des Kreises (Abschnitt 6.1), Seifert/Threlfall zu geodätischen Problemen (Abschnitt 6.5.3) sowie Arbeiten von Buchholz (Abschnitt 6.4.2) und Stäckel (Abschnitt 6.4.1) zu verschiedenen Themen.

Angeregt durch eine Fragestellung aus der Mechanik, widmete sich Wiener Anfang der 1890er Jahre Grundlagenfragen in der Geometrie.[587] Seine ersten beiden Arbeiten waren noch eindeutig von dem Bezug zur Kinematik starrer Körper im dreidimensionalen Raum geprägt. Von diesen ersten Untersuchungen ausgehend, wandte er sich axiomatischen Fragen zu und entwickelte eine abstrakte Theorie der Spiegelungen, aus der durch unterschiedliche Interpretationen verschiedene Bereiche der Geometrie hervorgingen. Diese abstrakte Spiegelungsgeometrie begründete er «ganz unabhängig von geometrischen Voraussetzungen aus sich heraus [...], d. h. durch rein logische Schlussfolgerungen aus gegebenen Definitionen».[588] Er zeigte, dass sich eine Reihe von Transformationen als Abfolge zweier Spiegelungen darstellen ließen. Damit galten bestimmte allgemeine, im Rahmen der abstrakten Theorie mit gruppentheoretischen Methoden deduzierte Gesetze in verschiedenen Bereichen der Geometrie und sie ließen sich gleichartig beweisen. Die Analyse der Grundlagen wies also auf innere Zusammenhänge zwischen anscheinend disparaten geometrischen Bereichen hin.

Wiener hat mit seinen Arbeiten von 1891 und 1893 Hilbert bei dessen Grundlagenuntersuchungen beeinflusst.[589] Hilbert hatte die Gelegenheit, den Vortrag *Ueber die Grundlagen und den Aufbau der Geometrie* von Wiener auf der ersten nach ihrer Gründung stattfindenden Jahrestagung der Deutschen Mathematiker-Vereinigung (DMV) in Halle 1891 zu hören, und empfand ihn als sehr anregend. Wiener diskutierte dort, wie sich – in Analogie zur Arithmetik – aus einigen Objekten und Operationen unabhängig von ontologischen Voraussetzungen ein in sich geschlossenes Gebiet der projektiven Geometrie aufbauen ließ und welche Annahmen zusätzlich gemacht werden mussten, damit bestimmte Sätze galten.[590] In einem einige Jahre später erschienenen weiteren Teil erläuterte er mit Hilfe von Spiegelungen, wie die Euklidische Geometrie in analoger Weise aufgebaut werden konnte.[591]

[587] Wiener 1890a; Wiener 1890b; Wiener 1890c; Wiener 1891a; Wiener 1891b; Wiener 1893a; Wiener 1892; Wiener 1894b (Die ersten sechs Abhandlungen sind in [Wiener 1893b] zusammengefasst). Zu Wiener vgl. [Schönbeck 1986].

[588] Wiener 1891b, S. 656

[589] Vgl. auch [Toepell 1986], insbesondere S. 40 – 43, 243.

[590] Wiener 1892

[591] Wiener 1894b

Für die Entwicklung der Spiegelungsgeometrie waren gruppentheoretische Überlegungen grundlegend. Wieners «Prinzip der Spiegelgleichungen»[592] besagte, dass sich Lagebeziehungen zwischen Punkten und Geraden in gruppentheoretische Beziehungen zwischen Spiegelungen übersetzen ließen, falls man Punkten und Geraden eineindeutig Spiegelungen zuordnete. Mit Hilfe dieses Prinzips gelang es ihm, eine Reihe von bekannten geometrischen Sätzen gruppentheoretisch zu beweisen und neue Sätze aufzustellen. 1907 griff Johannes Hjelmslev (1873 – 1950) die Spiegelungsgeometrie auf und baute sie im Hilbert'schen Sinne zu einer Geometrie der Spiegelungen aus. Wiener kehrte nach seiner Hallenser Zeit in seinen Publikationen nicht mehr zu den Grundlagen der Geometrie zurück.

Abbildung 6.5
Hermann Wiener, Privatdozent für Mathematik in Halle 1885 – 1894

Ein weiteres Betätigungsfeld Wieners war die Anfertigung mathematischer Modelle von Flächen und Kurven. In Lehrveranstaltungen und Abhandlungen gab er dieses Wissen weiter. Während seiner Hallenser Zeit konstruierte er Modelle von Raumkurven vierter Ordnung.[593] Einige

[592] Schönbeck 1986, S. 96. Vgl. [Wiener 1890a], S. 14.
[593] GStA PK, Rep. 76, Va, Sect. 8, Tit. IV, Nr. 38, Vol. VII, Bl. 216v

seiner Modelle wurden 1893 auf der Weltausstellung in Chicago und der Münchner Jahrestagung der DMV gezeigt und bewundert.[594] Nachdem vergeblich ein Extraordinariat für Wiener von der Hallenser Fakultät gefordert wurde, nahm Wiener 1894 einen Ruf auf eine ordentliche Professur an der Technischen Hochschule Darmstadt an.

Ebenfalls zu Beginn des Untersuchungszeitraums entstanden eine Reihe von Veröffentlichungen Wangerins zu Flächen konstanter Krümmung.[595] Wangerin gab ein einfaches, auf konformen Abbildungen beruhendes Verfahren an, um eine Rotationsfläche von konstanter negativer Krümmung auf eine Pseudosphäre abzuwickeln. Sind die Flächen aufeinander abwickelbar, so konnte man eine konforme Abbildung finden, die entsprechende Bogenelemente unverändert ließ. Bis dahin hatte man dieses Problem durch komplizierte Rechnungen mit Hilfe geodätischer Polarkoordinaten gelöst. Wangerin wandte sein Verfahren auf verschiedene Flächen an. Darüber hinaus leistete er zwei kleinere differentialgeometrische Beiträge zu Flächen nicht-konstanter Krümmung.[596] Mit der Einführung einer vierdimensionalen Raumzeit zur mathematischen Fassung der Speziellen Relativitätstheorie durch Hermann Minkowski (1864 – 1909) 1908 sollte die n-dimensionale Differentialgeometrie schon bald stärkeres Interesse der Physiker auf sich ziehen. Auch die Entwicklungen in der Vektor- und Tensorrechnung fanden Eingang in die physikalische Theoriebildung. Die Forschungen Hallenser Mathematiker spielten hierbei jedoch keine Rolle.

Wangerin führte im Jahr 1894 die Edition bedeutender Werke der Mathematik und Physik, die mit der Edition der Gauß'schen Arbeiten zur Flächentheorie fünf Jahre zuvor begonnen hatte, mit der Herausgabe von Arbeiten zur Kartenprojektion von Johann Heinrich Lambert (1728 – 1777), Joseph-Louis Lagrange (1736 – 1813) und Gauß sowie einer Vorlesung zur Kapillaritätstheorie von F. Neumann fort.[597]

Eberhard forschte trotz seiner Blindheit vor allem zur Geometrie. Sein wahrscheinlich bedeutendster, noch vor seiner Hallenser Zeit veröffentlichter Beitrag ist ein Lehrbuch zur Morphologie der Polyeder, in dem

[594] GStA PK, Rep. 76, Va, Sect. 8, Tit. IV, Nr. 34, Vol. XVIII, Bl. 291
[595] Wangerin 1892; Wangerin 1894a
[596] Wangerin 1893; Wangerin 1901
[597] Wangerin 1889a; Wangerin 1889b; Wangerin 1890; Wangerin 1894b; Wangerin 1894c; Wangerin 1894d

er eine Klassifikation «allgemeiner konvexer» Polyeder vornahm.[598] Als allgemeine konvexe Polyeder bezeichnete er solche Polyeder, bei denen genau drei Grenzflächen in einer Ecke zusammenstoßen.[599] In Halle griff Eberhard dieses Gebiet mit einer sehr speziellen Arbeit zu Tetraedern wieder auf.[600] Dort bewies er, dass sich die Lote von den vier Ecken eines gegebenen Tetraeders auf die Flächen eines dazu «kantenvertikalen Polyeders» in einem Punkt schnitten. Ein kantenvertikales Polyeder entstand, indem man einen Punkt P außerhalb des gegebenen Polyeders τ wählte und von dort Lote auf die Begrenzungsebenen von τ fällte. Die vier Schnittpunkte der Lote mit den Ebenen bildeten dann die Ecken des kantenvertikalen Polyeders. In zwei weiteren Arbeiten behandelte Eberhard die Verteilung von reellen Wurzeln einer ganzen rationalen Gleichung.[601] Die Anzahl und Gruppierung der reellen Wurzeln bestimmte Eberhard mit Hilfe zweier, um einen Grad niedrigerer rationaler Gleichungen. Dabei ging er im Wesentlichen algebraisch vor.

6.4 Mechanik, Astronomie und angewandte Mathematik

Zur angewandten Mathematik im weitesten Sinne beschränkten sich die Hallenser Forschungsaktivitäten im Wesentlichen auf die ersten dreieinhalb Dekaden des Untersuchungszeitraums. Sie war, wenn auch nicht gleichmäßig stark, so doch relativ kontinuierlich in Halle vertreten. Wangerins Beiträge zur Potentialtheorie – und damit zur mathematischen Physik – waren ein wichtiger und verlässlicher Bestandteil dieses Angebots. Aufgrund ihrer starken mathematischen Ausrichtung wurden sie gesondert beschrieben (vgl. Abschnitt 6.2). Doetsch bearbeitete mit neueren Methoden Integrodifferentialgleichungen und wandte diese auf den Bereich der Wärmeleitung an. Stäckel, Graßmann, Pfeiffer und Grammel forschten zu Problemen der analytischen Mechanik. Mit Pfeiffer und Grammel wurden erstmals Forschungen zur Hydro- und

[598] Eberhard 1891. Zu Eberhard vgl. [Rosenthal 1932].

[599] Ergänzend definierte er «singuläre convexe» Polyeder als solche Polyeder, bei denen es mindestens eine Ecke gibt, in der mehr als drei Grenzflächen zusammenstoßen. Singulär konvexe Polyeder entstehen aus allgemeinen konvexen Polyedern.

[600] Eberhard 1906

[601] Eberhard 1902; Eberhard 1908

Aerodynamik in Halle betrieben, einem rasch wachsenden Forschungszweig, der sich durch eine neue Art von mathematischer Theoriebildung auszeichnete und für die aufkommende Luftfahrtindustrie von Bedeutung wurde. Pranges Interessengebiet lag bei der Optik, insbesondere bei ihrer technischen Anwendung. Im Bereich der Astronomie versuchte Buchholz der Gyldén'schen Störungstheorie zu breiterer Anerkennung zu verhelfen. Außerdem trat die angewandte Mathematik als eigener Gegenstand der Reflexion in Publikationen einiger Hallenser Dozenten um die 1920er Jahre auf.

Ab Mitte der 1920er Jahre wurden von Hallenser Mathematikern praktisch keine Forschungsbeiträge zu diesen Bereichen publiziert. Dies war der Personalsituation geschuldet: Die Astronomie wurde nach dem Tod von Buchholz nicht mehr besetzt. Die Forschungsschwerpunkte der Nachfolger von Gutzmer und Wangerin lagen im Bereich der reinen Mathematik. Der Lehrauftrag für angewandte Mathematik, wie auch die später dafür eingerichtete Professur wurde mit Behmann an einen Logiker vergeben, der kaum eigene Forschungsanstrengungen in diesem Bereich unternahm.

6.4.1 Dynamische Probleme der Mechanik und Kreiseltheorie

Mit den klassischen Bewegungsproblemen der analytischen Mechanik beschäftigten sich die Hallenser Mathematiker Stäckel, Graßmann, Pfeiffer und Grammel. Allerdings lässt sich kaum von einer Traditionslinie sprechen, weil die Zeiträume zwischen ihren Arbeiten sehr groß und keine direkten Bezüge aufeinander erkennbar sind. Stäckel verband dynamische Probleme mit neueren mathematischen Konzepten, insbesondere mit dem Riemann'schen Mannigfaltigkeitsbegriff, und versuchte ihre Erforschung zu systematisieren. Pfeiffer untersuchte Roll- und Gleitbewegungen starrer Körper. Graßmann und Grammel beschäftigten sich mit der Bewegung von symmetrischen und asymmetrischen Kreiseln. Die Kreiseltheorie war von grundlegender Bedeutung für die mathematische Behandlung der Rotation von Molekülen, etwa durch Sommerfeld. Grammels Interesse galt aber hauptsächlich anderen Anwendungsgebieten der Kreiseltheorie, etwa in der Technik sowie in dem militärisch interessanten Bereich der Ballistik.

Stäckel war während seiner vierjährigen Zeit in Halle am Anfang des Untersuchungszeitraums mathematisch sehr produktiv. Er publizierte über dreißig Artikel. Anknüpfend an seine Dissertation und Habilitationsschrift behandelte er vor allem Fragestellungen, die sich aus dem Bereich der analytischen Mechanik ergaben. Im Zentrum stand die Bewegung von Massepunkten auf Flächen bei einer zeitunabhängigen Kraftfunktion. Er analysierte verschiedene Lösungsverfahren für deren Bewegungsgleichungen.[602] Außerdem versuchte er in seiner Schrift *Ueber die Differentialgleichungen der Dynamik und den Begriff der analytischen Äquivalenz dynamischer Probleme*, die Untersuchungen zur Dynamik eines mechanischen Systems zu systematisieren. Dazu systematisierte er den Begriff des «dynamischen Problems». Jedes dynamische Problem lässt sich, so zeigte Stäckel, auf die Bewegung eines Punktes auf einer n-dimensionalen Mannigfaltigkeit zurückführen. Zwei dynamische Probleme nannte er «analytisch äquivalent», wenn sie zu demselben System von Differentialgleichungen führten. Damit konnte er zwischen der «mechanischen Einkleidung» und dem «analytischen Kern» eines dynamischen Systems unterscheiden.

> «Die Lösung eines einzigen analytischen Problems liefert häufig die Mittel, ganz verschiedenartige dynamische Probleme zu erledigen, indem es nur darauf ankommt, die gewonnenen Functionen der Zeit vom Standpunkte der Mechanik aus zu deuten und zu diskutieren. Auf anderen Gebieten der mathematischen Physik sind solche Erscheinungen geläufig, wofür die Potentialtheorie ein schönes Beispiel ist.»[603]

Stäckel leistete zahlreiche Beiträge zur Analysis und zur Funktionentheorie, die nicht nur, aber häufig – wie seine (differential-) geometrischen Arbeiten[604] – an Fragen aus der Dynamik anknüpften und Methoden zu deren Lösung bereitstellten. Umgekehrt zeigte er, dass die Interpretation eines geometrischen Problems als ein mechanisches auch bei dessen Lösung hilfreich sein konnte. Beispielsweise gelang es ihm, für bestimmte Riemann'sche Flächen die geodätischen Linien zu finden, indem er diese als Trägheitsbahnen auffasste und das entsprechende

[602] Stäckel 1891a; Stäckel 1891b; Stäckel 1893a; Stäckel 1893b; Stäckel 1893d; Stäckel 1894b

[603] Stäckel 1891b, S. 324

[604] Stäckel 1892; Stäckel 1894a

mechanische Problem löste. Einige Jahre später stellte Stäckel anlässlich seiner Antrittsrede an der Technischen Hochschule Karlsruhe über *Mathematische Methoden zur Untersuchung mechanischer Probleme* heraus, dass die Lösung von Differentialgleichungen nicht nur mathematischer Verfahren bedurfte. Oft seien es die experimentellen Methoden an der Grenze von Mathematik und Physik, beispielsweise das Studieren von Modellen, welche hier Abhilfe schafften:

> «Früher hatte man gesagt, dass zwei Probleme [...] analytisch äquivalent seien, und solange man auf dem Standpunkte ausschließlich mathematischer Betrachtung verharrt, wird man sich mit dieser Aussage begnügen müssen. Ganz anders aber gestaltet sich die Sache, wenn experimentelle Methoden zugelassen werden; denn jetzt kann sich die eine Aufgabe den Versuchen ganz entziehen, während bei der zweiten die experimentellen Schwierigkeiten überwunden werden können, und dann ist man in der Lage, die Daten der Versuche auf die erste Aufgabe zu übertragen.»[605]

Stäckel legte also auch dezidiert nicht-mathematischen Methoden eine Bedeutung bei. Mit seinen Arbeiten beteiligte er sich an einem Forschungsgebiet aus der analytischen Dynamik, dem vor allem in Frankreich viele Forscher nachgingen. Daher publizierte er seine Ergebnisse teilweise in Auszügen auch in den *Comptes rendus*.

Stäckel interessierte sich für die Geschichte seiner Forschungsgebiete und erste davon zeugende Veröffentlichungen erschienen während seiner Hallenser Zeit. Er erforschte die Geschichte geodätischer Linien, gab Arbeiten von Johann Bernoulli (1667 – 1748), Jacob Bernoulli (1654 – 1705), Euler, Lagrange, Adrien-Marie Legendre (1752 – 1833) und Carl Gustav Jacob Jacobi (1804 – 1851) zur Variationsrechnung in der Reihe *Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften* heraus und edierte zusammen mit Friedrich Engel (1861 – 1941) eine Quellensammlung zur Vorgeschichte der nichteuklidischen Geometrie.[606] Stäckel verfasste später den mit historischen Anmerkungen versehenen Beitrag zur elementaren Dynamik für die *Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften*.[607] Wangerins und Stäckels Forschungsinteressen lagen nah beieinander. Sie interessierten

[605] Stäckel 1908, S. 373
[606] Stäckel 1893e; Stäckel 1894c; Engel/Stäckel 1895
[607] Stäckel 1901

sich beide für die mathematische Physik und die Geschichte der Mathematik. Stäckel nahm Anregungen von Wangerin auf und umgekehrt.[608] Er griff auch Cantors Überlegungen zur Mengenlehre auf.[609] Mit Stäckel verfügte Halle über einen vielversprechenden Nachwuchswissenschaftler, der seinen Forschungsschwerpunkt auf die analytische Mechanik gelegt hatte, aber auch zur Entwicklung anderer Gebiete, wie der Funktionentheorie[610] und der Geometrie, einiges beigetragen hat.

Graßmann war auf dem Gebiet der analytischen Mechanik und im Bereich der projektiven Geometrie, wobei er die Methoden seines Vaters Hermann Günther Graßmann anwandte, tätig.[611] Erläuternd zu den vom ihm 1902 herausgegebenen drei Modellen zur Kreiseltheorie veröffentlichte er eine Ausarbeitung seines Habilitationsvortrags über die Drehung eines kraftfreien starren Körpers um einen Punkt.[612] Dieses Problem war zwar bereits durch Louis Poinsot (1777 – 1859) und andere in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts gelöst worden, doch Graßmann lieferte eine ausführliche und leicht verständliche Darstellung, welche auf neuere Entwicklungen einging und einige Fehler früherer Darstellungen korrigierte.

Pfeiffer behandelte die Gleit- und Rollbewegungen starrer Körper. Dazu analysierte er zunächst die Bewegung einer homogenen Kreisscheibe auf einer Geraden. Eine anfängliche Gleitbewegung geht dabei nach einer gewissen Zeit in eine Rollbewegung über. Im Anschluss versuchte Pfeiffer die Ergebnisse dieses einfachen Falles auf eine sich auf einer in der Ebene liegenden rauhen Kurve bewegenden und mit Masse belegten Scheibe zu übertragen. Er erhielt einen Minimalsatz für die «lebendige Kraft» (Energie) der Rollbewegung.[613] In einer weiteren Abhandlung *Über Rollbewegungen starrer Körper* gab Pfeiffer Kriterien an, wann eine Rollbewegung starrer Körper stabil bzw. instabil ist.[614] Dabei nannte

[608] Stäckel 1893c; Wangerin 1893

[609] Stäckel 1895

[610] Stäckels Antrittsrede im März 1891 gehörte zu diesem Themenkreis: «Über die verschiedenen Methoden die Theorie der elliptischen Funktionen zu begründen» (UAH, Rep. 4, Nr. 865, unpaginiert).

[611] Graßmann veröffentlichte später ein zweibändiges Lehrbuch zur projektiven Geometrie im Sinne seines Vaters: [Graßmann 1909].

[612] Graßmann 1903

[613] Pfeiffer 1914a

[614] Pfeiffer 1914b

er eine Rollbewegung instabil, falls es, wenn durch eine Störung ein Gleiten eingeleitet wurde, zu einer länger anhaltenden Gleitbewegung kommt.

Grammel griff in Halle erneut seine früheren Studien zu Kreiselbewegungen auf. In einer ersten Arbeit verband er diese mit der Aerodynamik, indem er die Kreiseltheorie im Bereich der Ballistik einsetzte. Dabei versuchte er Bedingungen – sowohl mathematisch-physikalischer Natur (Winkelgeschwindigkeit) als auch praktischer Natur (zentriertes Abschussrohr) – zu beschreiben, welche ein Geschoss mit langer Reichweite, dessen Kreiselbewegung unter den Einfluss des Luftwiderstandes gerät, zum anvisierten Ziel führten.[615] Dazu verallgemeinerte er die Theorie des schweren symmetrischen Kreisels. Dieses Thema – wie auch das der Luftfahrttechnik, ein weiteres Forschungsgebiet Grammels (s. u.) – war im Kontext des Ersten Weltkrieges hochaktuell. Inwiefern Grammels Ausführungen jedoch praktisch verwertbar waren und gegebenenfalls umgesetzt wurden, bleibt offen.

Spezielle Aspekte der Kreiseltheorie behandelte Grammel auch nach dem Ersten Weltkrieg. In mehreren Hallenser Abhandlungen wandte er sich unsymmetrischen Kreiseln zu. Unsymmetrische Kreisel sind nicht rotationssymmetrisch oder haben ihren Schwerpunkt nicht auf der Rotationsachse. Dadurch sind ihre Bewegungsgleichungen sehr kompliziert und im allgemeinen nicht analytisch exakt lösbar. Grammel untersuchte zunächst die Nutationen[616] spezieller nicht rotationssymmetrischer Kreisel.[617] Es gelang ihm, einige spezielle durch die Kreiselspitze beschriebene Bahnkurven als die aus der Himmelsmechanik bekannten Epizykelbewegungen höherer Ordnung zu charakterisieren. Anschließend studierte er die Frage nach der Stabilität der Staude'schen Kreiselbewegung, einer analytisch exakt lösbaren Bewegung eines unsymmetrischen Kreisels.[618] Dies führte zu einer neuen Klassifizierung der unsymmetrischen Kreisel nach ihrer Dynamik. Daran anknüpfend gelang ihm eine Abschätzung der Bewegung unsymmetrischer schwe-

[615] Grammel 1917b
[616] Eine Nutation ist eine Oszillation der Drehachse, während sie entlang des Präzessionskegels wandert.
[617] Grammel 1919
[618] Grammel 1920a

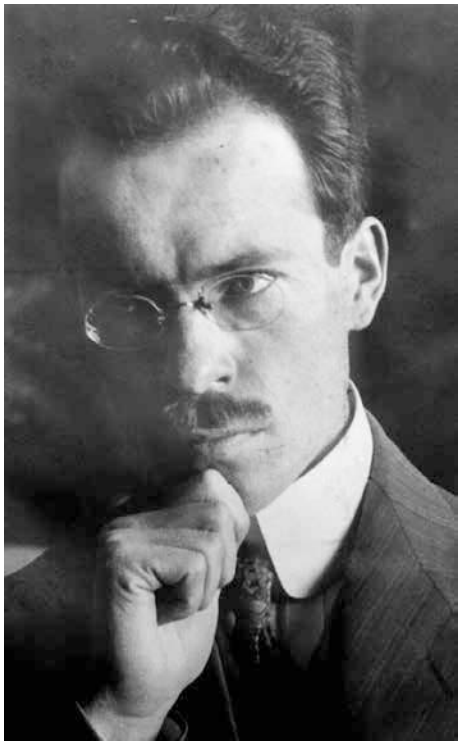


Abbildung 6.6
Richard Grammel, Privatdozent für Mathematik in Halle 1917 – 1920

rer Kreisel für pseudoreguläre Präzession in erster Näherung.[619] Die pseudoreguläre Präzession des Kreisels konnte in gewissen Fällen als eine Nachbarbewegung einer regulären Präzession, der Staude'schen Drehung, interpretiert werden.

Eine ausführliche Darstellung der Kreiseltheorie und ihrer Anwendungen in der Physik und Technik gab er in dem Lehrbuch *Der Kreisel. Seine Theorie und seine Anwendungen*, das aus u. a. auch in Halle gehaltenen Vorlesungen zum Kreisel entstand.[620] Er behandelte kraftfreie Kreisel, Kreisel unter Zwang und schwere Kreisel. Die unsymmetrischen Kreisel kamen als Spezialfälle vor. Unter den Anwendungen befand sich neben zahlreichen technischen Problemstellungen aus verschiedenen Bereichen auch ein Kapitel zur Atomphysik, in der er das System von

[619] Grammel 1920b
[620] Grammel 1920c

Atomkern und umkreisenden Elektron als Richtkreisel auffasste.[621] Damit berührte Grammel ein wichtiges Forschungsfeld der theoretischen Physik.

Im Vorwort seines Lehrbuchs zur Kreiseltheorie betonte Grammel den seiner Meinung nach für die Mechanik wichtigen, nicht aus dem Auge zu verlierenden Zusammenhang zwischen mathematischem Formalismus und dessen mechanisch-physikalischer Interpretation, indem er kritisch an den sinnentleerten industriellen Produktionsprozess erinnerte:

> «Die Formel kann in der reinen Mathematik einen hohen Selbstzweck haben; in der Mechanik ist sie lediglich ein scharf geschliffenes Werkzeug, und sie soll nie zum Automaten werden, der, taktmäßig ablaufend, am Schluß ein zwar vielleicht richtiges, aber schemenhaftes Ergebnis zum Vorschein bringt, welches dann erst wieder mit Fleisch und Blut gefüllt werden muß.»[622]

In seinem Lehrbuch wählte er daher eine möglichst anschauliche Darstellung der Kreiseltheorie.

6.4.2 Gyldén'sche Störungstheorie

Buchholz, der Hallenser Vertreter der theoretischen Astronomie, trat nicht so sehr durch eigene Forschungsleistungen in Erscheinung als vielmehr durch eine didaktische Aufbereitung und die gründliche Ausarbeitung von bereits bekannten Gebieten. Auch seine Arbeiten zur Gyldén'schen Störungstheorie stellen diesbezüglich keine Ausnahme dar. Buchholz studierte intensiv eine Methode zur Planetenbahnbestimmung, die von dem schwedischen Astronomen, seinem Onkel Hugo Gyldén, entwickelt worden war, die sogenannte Gyldén'sche horistische Integrationsmethode. Er hatte diese Methode während seiner Aufenthalte bei Gyldén in Stockholm und bei dem Astronomen und Gyldén-Schüler Oskar Backlund (1846 – 1916) an der russischen Sternwarte Pulkovo kennengelernt. Er erprobte sie, indem er Näherungsberechnungen zu den Bahnen einiger kleinerer «Planeten» vom Hildatypus[623], die durch

[621] Unter einem Richtkreisel verstand Grammel einen Körper, «dessen Raumlage dadurch gesichert erscheint, daß er mit einem genügend starken Schwung um eine stabile permanente Drehachse [...] ausgestattet ist» [Grammel 1920c, S. 293].

[622] Grammel 1920c, Vorwort zur 1. Aufl.

[623] Der 1875 entdeckte Asteroid Hilda ist der Namensgeber für eine Gruppe von Asteroiden, die sich mit dem Planeten Jupiter um die Sonne bewegen.

den Jupiter gestört werden, in einer Konstellation von drei Körpern durchführte und mit den Resultaten einer anderen auf Gyldén und Martin Brendel (1862 – 1939) zurückgehenden sogenannten «lineären Integrationsmethode» verglich.[624] Diese Arbeit reichte Buchholz als Habilitationsschrift ein. Die Gyldén'sche horistische Integrationsmethode war nicht unumstritten. Poincaré vertrat die Meinung, dass die dortige Reihenentwicklung nicht konvergiere, während Buchholz deren Konvergenz nachgewiesen zu haben glaubte.[625] Gyldéns Störungstheorie wurde – wahrscheinlich wegen ihrer Kompliziertheit und ihrem ungewissen Status – im Wesentlichen nur von dessen Schülern (u. a. Backlund, Brendel und Buchholz) aufgegriffen und weiterentwickelt. Das Dreikörperproblem wurde 1909 von dem finnischen Mathematiker und Astronomen Karl Sundman (1873 – 1949) gelöst – allerdings wurde diese Arbeit vergessen.[626]

Nach seinen eher umstrittenen Beiträgen zur Gyldén'schen Störungstheorie bearbeitete Buchholz eine Abhandlung zur theoretischen Astronomie von Wilhelm Klinkerfues (1827 – 1884).[627] Er ergänzte sie um viele neuere Methoden und verbesserte teilweise veraltete Darstellungen. So entstand ein umfangreiches, durchaus aktuelles Lehrbuch zur Astronomie, das die beiden älteren, vergriffenen Lehrbücher von James Watson (1838 – 1880) und Theodor von Oppolzer (1841 – 1886) ersetzte.

Darüber hinaus gab Buchholz auch ein umfangreiches einführendes Werk zur angewandten Mathematik heraus, das sich hauptsächlich auf potentialtheoretische Methoden zur Lösung von astronomischen und geodätischen Problemen konzentrierte und mehrfach in veränderter Auflage erschien.[628] Es beruhte auf Vorlesungen von Ludwig Boltzmann (1844 – 1906), die Buchholz während seiner Studienzeit in München besucht hatte. Die dort gegebene Einführung in die Potentialtheorie gründete sich daher nicht auf die neueren Untersuchungen und drang

[624] Buchholz 1902

[625] Buchholz 1903; Buchholz 1902 (2. Teil); Buchholz 1904; Buchholz 1910. Die Hallenser Mathematiker lehnten die Gyldén'sche Methoden ebenfalls ab. Sie folgten damit Gutachten u. a. von dem Leipziger Astronomen Heinrich Bruns (1848 – 1919) (GStA PK, Rep. 76, Va, Sect. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. IV, Bl. 232).

[626] Vgl. [Barrow-Green 1997].

[627] Buchholz 1899. Vgl. auch [Buchholz 1913].

[628] Buchholz 1908; Buchholz 1916; Buchholz 1920

nicht tief in die mehr mathematischen Fragestellungen (etwa zur Gültigkeit des Dirichlet-Prinzips) und die neueren Forschungsrichtungen ein. In einem zweiten Teil wurde mit Hilfe der Potentialtheorie die Gestalt der Erde bestimmt und mit differentialgeometrischen Methoden nach Gauß geodätische Linien und sphärische Dreiecke auf der Erde untersucht. Auch wenn Buchholz die zweite, unter dem Titel *Angewandte Mechanik* erschienene Auflage stark erweiterte (insbesondere um ein Kapitel aus der Geodäsie) und einen umfangreichen Anhang zur Elastizitätstheorie und Hydromechanik hinzufügte, blieben seine Ausführungen hinter dem aktuellen Forschungsstand zurück.[629]

6.4.3 Von der Aero- und Hydrodynamik über Optik bis zur Wärmeleitung

Mit der Aufnahme der Lehrtätigkeit Pfeiffers 1912 begann in Halle eine gut zehn Jahre währende Periode, in welcher die angewandte Mathematik in Lehre und Forschung gut vertreten war, auch wenn aufgrund der mangelhaften finanziellen Ausstattung eine starke personelle Fluktuation auf dieser Position zu verzeichnen war. Pfeiffer, Grammel, Prange und Doetsch hatten ein genuines Interesse an der angewandten Mathematik. Ihre weiteren Forschungskarrieren belegen dies. Auch inhaltlich bestand zunächst eine gewisse Kontinuität: Pfeiffers Nachfolger Grammel knüpfte mit seinen Untersuchungen zur Aerodynamik an die Studien seines Vorgängers zur Hydrodynamik an. Allerdings wählten Prange mit der Optik und Doetsch mit dem Studium von Integrodifferentialgleichungen zur Wärmeleitung andere Schwerpunkte. Das Studium der angewandten Mathematik erfreute sich in dieser Periode anscheinend auch besonderer Beliebtheit bei den Studierenden.[630]

Es ist auffallend, dass sich fast alle hier genannten Privatdozenten in ihren Schriften – vornehmlich in ihren Antrittsreden – ausführlich zum Status der angewandten Mathematik äußerten.[631] Dies kann

[629] Vgl. Gutachten von Felix Klein zur zweiten Auflage (GStA PK, Rep. 76, Va, Sect. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. III, Bl. 93 – 94).

[630] GStA PK, Rep. 76, Va, Sekt. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. VI, Bl. 15

[631] Es sei auch auf Grammels in diese Richtung gehende Aussage auf S. 230 hingewiesen.

Abbildung 6.7
Friedrich Pfeiffer, Privatdozent für Mathematik in Halle 1912 – 1917

einerseits als ein spätes Echo der Emanzipationsbemühungen dieser Teildisziplin verstanden werden, andererseits aber auch als Reaktion auf fortschrittskritische Tendenzen innerhalb der Gesellschaft. Kein Verfasser nahm dabei eine naiv am Fortschrittsglauben festhaltende Perspektive ein. Vielmehr zeigten sich in diesen während oder kurz nach dem Ersten Weltkrieg geäußerten Reflexionen durchaus Sympathien mit kulturpessimistischen und lebensphilosophischen Ansichten, die der Wissenschaft und Technik kritisch bis ablehnend gegenüberstanden.

Neben seinen Untersuchungen zu Roll- und Gleitbewegungen starrer Körper (s. o.) forschte Pfeiffer zur Hydrodynamik. In seinem Habilitationsvortrag in Halle gab er einen Überblick über die theoretische Behandlung von Turbulenzproblemen, also den Vorgängen beim Strömen einer Flüssigkeit durch Röhren oder durch Kanäle.[632] Während Ludwig Prandtl und sein Mitarbeiter Theodore von Kármán (1881 – 1963) im ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts bedeutende theoretische Fortschritte

[632] Pfeiffer 1913

beim Widerstandsproblem, dem anderen, von Pfeiffer in seinem Danziger Habilitationsvortrag aufgegriffenen Problem der Hydrodynamik, erzielt hatten, war die Theoriebildung im Bereich der Turbulenzen noch nicht weit vorangeschritten. Pfeiffer beschrieb verschiedene Theorien, welche den Eintritt der Instabilität der Laminarbewegung und das Verhalten der turbulenten Bewegung zu erklären versuchten. Er äußerte die Vermutung, dass auch beim Turbulenzproblem Ideen von Prandtl und von Kármán zur sogenannten «Grenzschicht» (s. u.) von Interesse sein könnten.

Grammel veröffentlichte 1917 die an seine Habilitation anknüpfende, kleine Monographie *Die hydrodynamischen Grundlagen des Fluges*.[633] Sein hoch gestecktes und angesichts der nicht abgeschlossenen Theoriebildung schwer zu erreichendes Ziel war die Darstellung der wichtigsten Ergebnisse der Strömungserscheinungen um Tragflächen von einem einheitlichen theoretischen Standpunkt aus. Dazu gehörte die Erklärung des «dynamischen Auftriebs» durch eine Zirkulation um die Tragfläche, eine analytische Darstellung der Strömungen um verschieden geformte Tragflächen im zweidimensionalen Fall anschließend an Wilhelm Kutta (1867 – 1944) und Nikolaj Žukovskij (1847 – 1921), sowie unter Berücksichtigung der Reibung eine mehr phänomenologische Analyse der im Zusammenhang mit der «Grenzschicht» auftretenden Wirbelerscheinungen auch für den dreidimensionalen Fall. Die 1904 von Prandtl anhand von Strömungsbildern, die in Wind- oder Wasserkanälen gewonnen worden waren, aufgestellte Grenzschichttheorie erfasste das Verhalten der (Luft-)Strömung in unmittelbarer Nähe der Tragflächen. Insgesamt stand Grammel diesen nicht streng mathematisch gewonnenen, sondern auf der Auswertung von Experimenten basierenden Ergebnissen durchaus positiv gegenüber, weil diese die mathematischen Mittel, die bei komplizierten Problemen unzulänglich waren (und noch heute sind), sinnvoll ergänzten. Die Darstellung von Grammel rief starke Kritik von Seiten von Richard von Mises (1883 – 1953) und anderen hervor.[634] Es sei auch an Grammels ballistische Arbeit zur Flugbahn eines Geschosses erinnert, welche neben der Kreiseltheorie auch aerodynamische Aspekte berücksichtigte (vgl. Abschnitt 6.4.1).

[633] Grammel 1917a
[634] Vgl. die Rezension [von Mises 1923/24].

Der nur kurzzeitig in Halle als Nachfolger von Grammel lehrende Privatdozent für angewandte Mathematik Prange interessierte sich für Optik, insbesondere in ihrer technischen Anwendung. Sein Habilitationsvortrag hatte die Bedeutung von William Hamilton (1805 – 1865) für die geometrische Optik zum Gegenstand.[635] Prange widmete sich dort den bis dahin kaum beachteten, frühen Arbeiten Hamiltons zur geometrischen Optik und ihrer Bedeutung für die Optik in theoretischer Hinsicht sowie für ihre praktische Anwendung im Instrumentenbau. Hamiltons Untersuchungen über die Gestaltung der Brennfläche sowie über die Anordnung und Verteilung der Strahlen in der Umgebung der Brennfläche sah er als zentral für den Bau von optischen achsensymmetrischen Instrumenten an. Diesen Instrumenten kam eine grundlegende Bedeutung beim Instrumentenbau zu. Da Hamiltons diesbezügliche Arbeiten so gut wie unbekannt geblieben waren, wurden einige seiner Ergebnisse Jahrzehnte später von anderen neu entdeckt.

Zur Vermeidung solcher unnötigen, mühevollen Wiederentdeckungen plädierte Prange emphatisch für den Ausbau eines relativ jungen Arbeitsfeldes, der «mathematischen Technik». Als eine der wichtigsten Aufgaben der angewandten Mathematik sah Prange den beständigen Austausch zwischen wissenschaftlicher Forschung und technischer Praxis mit dem Ziel gegenseitigen Verständnisses an. Er forderte von den Mathematikern, auch

> «die Ansätze und Gedankenbildungen aus der Technik methodisch auf ihren mathematischen Gehalt durchzuarbeiten und zu klären und dann für die Bereitstellung der mathematischen Hilfsmittel zu sorgen, sie herauszuarbeiten und evtl. neue zu schaffen.»[636]

Unter der aktiven Beteiligung von Mathematikern könnte die von Prange avisierte mathematische Technik entstehen. Da er die mathematische Technik als eine jüngere, aber durchaus ebenbürtige Schwester der mathematischen Physik ansah, kann man in der obigen Beschreibung gleichzeitig eine Charakterisierung der mathematischen Physik bzw. ihrer für Prange wesentlich erscheinenden Charakterzüge sehen. Demzufolge kam Mathematikern sowohl bei der Analyse als auch bei

[635] Prange 1921
[636] Prange 1921, S. 81

der Lösung der (technischen bzw. physikalischen) Problemstellung Bedeutung zu.

Auch Pranges Nachfolger Doetsch reflektierte über die angewandte Mathematik, unter die er auch die mathematische Physik zählte – allerdings in einem kritischen Sinne.[637] Er untersuchte die Frage nach der Möglichkeit der Anwendung der Mathematik auf die Wirklichkeit, wobei er der Kant'schen Auffassung kritisch gegenüberstand. In der modernen Mathematik sah Doetsch eine rein logische Disziplin, die keinen Bezug mehr zur Wirklichkeit enthielt. Deshalb charakterisierte er die Anwendung der Mathematik auf die empirische Realität als einen «Gewaltakt», einen «ungeheueren Schritt». Die Mathematik spiele dabei die Rolle eines genialen Konstrukteurs, der aus gegebenen Bausteinen und Verbindungsstücken ein in sich geschlossenes Gerüst aufstelle. Aufgabe der Naturwissenschaft sei es dann, dem Konstruktionsergebnis reale Tatsachen zuzuordnen und so die Übereinstimmung von Theorie und Erfahrung herzustellen bzw. zu überprüfen. Allerdings würde jede Theorie zwangsläufig an der Wirklichkeit scheitern:

> «Der wesentliche Grund für das unausweichliche Versagen jeder Theorie liegt aber tiefer, er liegt in dem ungeheueren Ausmaß des zuerst getanen Schritts. [...] Jede Theorie tut der Sache Gewalt an, sie bewegt sich in einer prinzipiell anderen Welt als die ist, der die Erfahrungsinhalte angehören.»[638]

Der Grund für die doch recht gute Übereinstimmung zwischen Theorie und Wirklichkeit, die er anderenorts auch als ein «Wunder»[639] bezeichnete, lag für ihn darin, dass Theorien als eine Approximation der Wirklichkeit aufgefasst werden können.[640] Wie man durch rationale Funktionen jede stetige Funktion auf einem gegebenen Intervall approximieren

[637] Der Sinn der angewandten Mathematik war auch Thema seiner Antrittsrede in Halle (UAH, Rep. 4, Nr. 867, unpaginiert), veröffentlicht im *Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* [Doetsch 1922] sowie weiterer Artikel: [Doetsch 1924a], [Doetsch 1924b].

[638] Doetsch 1922, S. 226 u. S. 231

[639] Doetsch 1924a

[640] Diesen Aspekt der Antrittsrede enthält [Forman 1971] dem Leser vor. Der von Forman konstatierte, angeblich von Doetsch bis 1924 vollzogene Meinungswandel [Forman 1971, S. 54, Fußnote 127] ist damit nicht stichhaltig. Vielmehr differenzierte Doetsch bereits in seiner Antrittsrede 1922 genau zwischen dem mit Mathematik nicht zu erschließendem Wesen der Natur und der Annäherung an die Wirklichkeit

könne, so könne man auch die Wirklichkeit durch rationale, d. h. im Wesentlichen mathematische Theorien annähern. Allerdings sei eine empirische Tatsache, interpretiert als der Grenzbegriff von immer besseren Approximationen, von den Approximationen wesentlich verschieden. Der Glaube an die immer bessere Approximation wirke als sinnstiftende Überzeugung für die Wissenschaft. Doetsch grenzte sich von Felix Klein ab, der Erfahrungstatsachen einen rationalen Kern zuspreche. Dieser «rationalistische Dogmatismus» sei charakteristisch für eine Geistesepoche, die zu einem «naturwissenschaftlichen Lebensgefühl» führe. Doetsch sah ein nahes Ende dieser Epoche. Dies deute sich u. a. in der von Weyl in seinem Vorwort zur vierten Auflage von *Raum – Zeit – Materie* betonten Dunkelheit der Anfänge an.

Seine Überlegungen zur Möglichkeit der Anwendung der Mathematik auf die Wirklichkeit präsentierte Doetsch auch in zwei Vorträgen im Januar 1924 in Ortsgruppen der Kant-Gesellschaft in Halle und Magdeburg. Zunächst erläuterte er dort ausführlich, warum seiner Meinung nach die moderne Mathematik in ihrer Idealgestalt eine streng deduktive Wissenschaft war. Die theoretische Physik schätzte er ähnlich ein:

> «Die theoretische Physik als reine Wissenschaft ist ebensowenig eine Lehre von der sinnlich erfahrbaren Natur wie die Geometrie, sie kann ebenso axiomatisch aufgebaut oder rein logisch fundiert werden wie diese, wenn auch die üblichen Darstellungen heutzutage meist noch stark durch Bezugnahme auf die Sinnenwelt verunreinigt sind, so wie es die Darstellungen der Mathematik vor nicht allzu langer Zeit auch noch waren.»[641]

Der anscheinend bestehende Zusammenhang zwischen Wirklichkeit und Mathematik, wie er sich in den Erfolgen der Anwendung der Mathematik zeige, stelle eine «Fiktion» im Sinne des Philosophen und Begründers der internationalen Kant-Gesellschaft Hans Vaihinger dar: Man behandle die Natur so, als ob die Erfahrungsobjekte Personifikationen der mathematischen Objekte seien, obwohl man wisse oder wissen müsse, dass der Kern der Welt nicht mathematisch sei. Vaihinger sprach Fiktionen, zu denen er auch das Atom, die Seele oder Gott zählte, große Nützlichkeit zu. Eine weitere Erklärung der erfolgreichen

mit Hilfe der Mathematik. Das neue an dem Artikel [Doetsch 1924b] scheint vielmehr darin zu liegen, dass er Vaihingers Konzept der «Fiktion» heranzieht (s. u.).

641 Doetsch 1924b, S. 455

Anwendung der Mathematik durch Doetsch setzte an dem deduktiven Charakter der Mathematik an. Die logischen Schemata seien so gewählt worden, dass sie bereits Zuordnungsmöglichkeiten zur Wirklichkeit böten. Doetschs kritische Ansichten zum Sinn der Mathematik stießen unter Mathematikern teils auf starke Ablehnung.[642]

Abbildung 6.8
Gustav Doetsch, Privatdozent für Mathematik in Halle 1922 – 1924

Die Arbeiten von Doetsch waren stärker von einem rein mathematischen Erkenntnisinteresse geleitet als diejenigen seiner Vorgänger. Dennoch behielt Doetsch die konkreten Anwendungsmöglichkeiten seiner Ergebnisse auf Probleme der Physik stets im Auge. Seine Arbeiten zur Wärmeleitung zeugen davon. Gesucht war die Temperaturverteilung $\Phi(x,t)$ eines homogenen Stabes, der zum Zeitpunkt $t = 0$ die Temperaturverteilung $\Phi(x)$ hatte und dessen Enden auf den Temperaturen $A(t)$und $B(t)$ gehalten wurden.[643] Die Lösung wurde durch Integration

[642] [Forman 1971] führt auf S. 54 f. Belege an, dass sich Doetschs Haltung gar negativ auf eine Berufung auswirkte.
[643] Doetsch 1925a

einer partiellen Differentialgleichung gegeben, welche Doetsch mit Hilfe der oben (im Abschnitt 6.2, S. 218) skizzierten Methode berechnete. Bei der Lösung der inhomogenen Gleichung erhielt man für die dabei konstruierte Green'sche Funktion $G(x, \xi; t)$ ein transzendentes Additionstheorem der Form

$$\int_0^1 G(x, y; t_1)G(y, \xi; t_2)\,\mathrm{d}y = G(x, \xi; t_1 + t_2).$$

Diesen Zugang griffen Bernstein und Doetsch erneut in einer Anwendung auf die Theorie der Wärmeleitung auf, wobei Doetsch eine Reduktion der Annahmen für ihren neuen Lösungsweg der auftretenden partiellen Differentialgleichung erzielte.[644]

Behmanns Forschungsschwerpunkt lag in einem Gebiet der reinen Mathematik, der Logik, und nicht in der angewandten Mathematik.[645] In seiner Antrittsrede *Reine und angewandte Mathematik* griff Behmann, wie Doetsch vor ihm, die Beziehung zwischen reiner und angewandter Mathematik auf.[646] Anstelle des Trennenden hob er das Verbindende hervor: Reine und angewandte Mathematik seien für sich allein genommen nur Bruchstücke einer Gesamtmathematik und würden sich aufs Innigste durchdringen. Zwar sei eine Trennung nach der Zielsetzung oder den verwandten Prinzipien an sich möglich, aber sie sei dem sachlichen Gehalt nach unmöglich und nach Behmann geradezu widersinnig. In Anlehnung an den Kant'schen Sinnspruch, dass Begriffe ohne Anschauung leer sind und Anschauung ohne Begriffe blind, verglich er die reine Mathematik mit dem im ersten Teilsatz beschriebenen Zustand, während die angewandte Mathematik dem Zustand im zweiten gleichkam.

Behmann veröffentlichte nur zwei eher unbedeutende Beiträge zur angewandten Mathematik. Er publizierte ein graphisches Verfahren zur Konstruktion der Graphen von ganzen rationalen Funktionen, dessen Wert und Originalität nicht unumstritten war, und diskutierte die Anwendungsmöglichkeiten einer von ihm aufgestellten Differentiationsregel beim Ableiten und Integrieren.[647] Mit der Vergabe des Lehrauftrags

[644] Bernstein/Doetsch 1925; Doetsch 1925b
[645] Vgl. Abschnitt 6.1.
[646] Behmann 1928
[647] Behmann 1931b; Behmann 1931c

für angewandte Mathematik an Behmann endete die relativ kurze, aber durchaus vielversprechende Forschungsperiode zur angewandten Mathematik in Halle, die mit Pfeiffer begonnen hatte.

6.5 Algebra, Zahlentheorie und Topologie

Mit der Berufung von Jung als Nachfolger von Wangerin und von Hasse als Nachfolger von Gutzmer sowie mit der von Hasses Nachfolger Brandt änderte sich die Ausrichtung der mathematischen Forschung an der Universität Halle-Wittenberg stark. Die sogenannte moderne Algebra, die sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts herausgebildet hatte, sich in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts zunehmend etablierte und ab Mitte der 1920er Jahre reüssierte, fand nicht nur Eingang in die Hallenser Forschung und Lehre, sondern wurde zum Forschungsschwerpunkt des Mathematischen Instituts. Die moderne algebraische Methode zeichnete sich u. a. durch Axiomatisierung, Allgemeinheit sowie strukturelle Betrachtungen aus. Zu ihren herausragendsten Vertretern in den 1920er Jahren gehörten Emmy Noether in Göttingen und Emil Artin (1898 – 1962) in Hamburg. Durch Noether und ihre vielen Schüler und Gäste entwickelte sich Göttingen zu dem führenden Zentrum für moderne Algebra. Mit Untersuchungen zu Körpern (Hasse, Grell) und Verallgemeinerungen von Gruppenstrukturen (Baer, Brandt) beförderten auch Hallenser Mathematiker diese Forschungsrichtung.

Die in der Algebra so erfolgreich eingesetzte moderne algebraische Methode kam auch in anderen mathematischen Teildisziplinen zum Tragen oder wurde später explizit auf andere mathematische Bereiche übertragen. Sehr fruchtbar waren die algebraischen Strukturen und die algebraische Methode in der Zahlentheorie, einem für die Entwicklung der modernen Algebra eminent wichtigen Bereich. Hasse, der eng mit Noether zusammenarbeitete, beförderte durch seine bedeutenden Arbeiten zur Klassenkörpertheorie die algebraische Zahlentheorie. Anknüpfend an die Arbeiten von Hensel bemühte sich Jung um eine Arithmetisierung der algebraischen Geometrie. Brandt leistete einen Beitrag zur Arithmetik einfacher Algebren. Damit hatte sich in Halle in den letzten zweieinhalb Dekaden des Untersuchungszeitraums ein

Forschungsschwerpunkt zur algebraischen Zahlentheorie im weitesten Sinne herausgebildet. Dies strahlte natürlich auch auf den Inhalt der Untersuchungen der Privatdozenten aus. Bei Bessel-Hagen und Baer ist klar der Einfluss Hasses zu erkennen.[648]

Die Hallenser Beiträge zur Topologie zielten ebenfalls in die durch die algebraische Methode angedeutete Richtung. In der Topologie hatten sich Anfang des 20. Jahrhunderts verschiedene Definitionen bzw. Axiomensysteme zu ihrer Begründung herausgebildet. Es sei hier nur an die auf dem Umgebungsbegriff basierende von Hausdorff, an die kombinatorische von Brouwer und an die auf dem Häufungspunkt beruhende von Fréchet erinnert. Baer untersuchte einige dieser Systeme in Bezug auf Unabhängigkeit und Vollständigkeit der Axiome und stellte Beziehungen zwischen verschiedenen Grundbegriffen her. Threlfall ging vor allem der topologisch-geometrischen Seite der sogenannten Variationsrechnung im Großen nach. Selbst wenn die Topologie nur ein Randgebiet der Hallenser Forschung blieb, so zeigt sich auch mit ihr, dass sich in Halle ab den 1920er Jahren neue, relativ junge mathematische Forschungsgebiete und -methoden etablierten.

Die moderne Algebra fand ebenfalls Anwendung in der Physik. In der neuen Quantenmechanik wurde die Darstellungstheorie von Gruppen zur mathematisch-physikalischen Begründung der spektroskopisch abgeleiteten Quantenzahlen und zur konzeptionellen Begründung der Quantenmechanik eingesetzt. Gleichfalls wurden Algebren bei der Mathematisierung des quantenmechanischen Formalismus benutzt. An diesen unter Physikern nicht unumstrittenen Entwicklungen waren neben Physikern, wie Eugen Wigner (1902 – 1995) und Pascual Jordan, auch Mathematiker, insbesondere Hermann Weyl und J. von Neumann maßgeblich beteiligt.

In Halle war diese auf die Physik ausgerichtete algebraische Forschungsrichtung jedoch nicht vertreten. Grells diesbezügliche Initiative wurde durch seine Verhaftung und Versetzung zunichte gemacht. Das Gebiet der mathematischen Physik blieb damit in Halle weiterhin von mathematischer Seite unbesetzt. Die reine Mathematik in Form von Algebra, Zahlentheorie und Topologie erhielt dagegen erstmalig eine starke Verankerung. Da die diesbezüglichen Forschungsaktivi-

[648] Beiträge zu Klassenkörpern wurden vor Hasse an der Universität Halle-Wittenberg bereits von Bernstein erbracht (vgl. Abschnitt 6.1).

täten der Hallenser Mathematiker in Hinblick auf die Fragestellung der vorliegenden Arbeit nicht zentral sind, werden sie hier nur kurz zusammenfassend dargestellt.

6.5.1 Arithmetisierung der algebraischen Geometrie

Jungs Forschungsinteresse galt der Arithmetisierung der algebraischen Geometrie. Er führte damit einen Ansatz, der von Richard Dedekind (1831 – 1916), Heinrich Weber (1842 – 1913), Georg Landsberg (1865 – 1912) und von Jungs Lehrer Hensel begründet und ausgebaut worden war, weiter. Während letztere vor allem die arithmetische Theorie von algebraischen Funktionen in einer Veränderlichen untersuchten, widmete sich Jung dieser Theorie in zwei Veränderlichen. Er führte seine diesbezüglichen Studien in Halle fort.[649] Am Anfang stand der 1921 erschienene Übersichtsartikel für die *Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften*, in dem er über den aktuellen Stand der Forschung und der Methoden berichtete.[650] Im Gegensatz zur Theorie der algebraischen Funktionen in einer Veränderlichen, zu der Jung auch ein Lehrbuch publizierte,[651] war die entsprechende Theorie in zwei Veränderlichen noch nicht weit ausgebaut. Wesentliche Beiträge zu diesem Gebiet hatte u. a. Jung selbst geleistet. Eine grundlegende Arbeit Jungs war der bereits 1908 erschienene Artikel zur Uniformisierung an einer Stelle $x = a$, $y = b$.[652] Jung hatte dort das Verhalten einer durch eine Gleichung $F(x, y, z) = 0$ gegebenen algebraischen Funktion in der Umgebung eines Punktes auf einer Kurve in der x, y-Ebene untersucht – und damit Untersuchungen von Hensel weitergeführt. Er bewies, dass stets Ortsfunktionen u, v existieren, so dass sich $x - a$ und $y - b$ als Potenzreihen in u und v darstellen lassen, die für $u = 0$ und $v = 0$ verschwinden. Allerdings war diese Darstellung, im Gegensatz zur Theorie mit einer Veränderlichen, nicht vollständig bestimmt. Er zeigte, wie diese Unbestimmtheit zur Auflösung von Singularitäten einer Kurve genutzt werden konnte. Neben Primteilern diskutierte er außerdem das Konzept des Divisors. Abschließend erwähnte er seine

[649] Zu Jung vgl. [Gray 1994], S. 174 – 180 sowie den Nachruf [Keller/Engel 1955].
[650] Jung 1909
[651] Jung 1923
[652] Jung 1908

EINFÜHRUNG
IN DIE THEORIE DER
ALGEBRAISCHEN FUNKTIONEN
EINER VERÄNDERLICHEN

VON

HEINRICH W. E. JUNG

o. ö. Professor der Mathematik an der Universität Halle-Wittenberg

MIT 35 ABBILDUNGEN IM TEXT

VEREINIGUNG WISSENSCHAFTLICHER
VERLEGER WALTER DE GRUYTER & CO.
VORMALS G. J. GÖSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG
J. GUTTENTAG, VERLAGSBUCHHANDLUNG — GEORG
REIMER — KARL J. TRÜBNER — VEIT & COMP.
BERLIN W. 10 UND LEIPZIG
1923

Abbildung 6.9
Titelblatt von Jungs Monographie zur Theorie algebraischer Funktionen

Verallgemeinerung der Zeuthen-Segre'schen Invariante[653] und die sich daraus ergebende Berechnung des arithmetischen Geschlechts einer Fläche. In einer späteren Arbeit gelang es Jung, die verschiedenen Definitionsmöglichkeiten für Stellen in einem algebraischen Körper in zwei Variablen mit Hilfe von sogenannten Elementartransformationen ineinander zu überführen.[654]

Neben dem Lehrbuch zur Theorie der algebraischen Funktionen einer Veränderlichen publizierte Jung mit *Algebraische Flächen* eine Monographie zur Theorie der algebraischen Flächen, die eine Einführung in die algebraische Geometrie von Flächen mit Hilfe von arithmetisch-funktionentheoretischen Methoden bot.[655] Er füllte damit eine Lücke in der zeitgenössischen Literatur, denn das andere umfassende Werk zu diesem Thema von George Salmon (1819 – 1904) und Wilhelm Fiedler (1832 – 1912) war vor über 40 Jahren erschienen und behandelte die Materie mit Hilfe der von vielen nicht mehr als zeitgemäß erachteten geometrischen Methoden der italienischen Schule.[656] Jung behandelte die algebraischen Flächen, indem er für die zugeordneten algebraischen Funktionenkörper eine Divisorentheorie aufbaute und auf diesem «arithmetischen» Weg zu einer Neubegründung der von Frederigo Enriques (1871 – 1946), Guido Castelnuovo (1865 – 1952), Francesco Severi (1879 – 1961) und anderen erbrachten Ergebnisse der italienischen Schule gelangte. Allerdings entwickelte er diese Theorie nur insoweit, als sie für algebraische Flächen notwendig war. Mit diesem Werkzeug wurden viele Konzepte der Theorie der algebraischen Flächen – wie etwa ebene Schnitte, Berührkegel oder die Zeuthen-Segre'sche Invariante und das arithmetische Geschlecht – und auch spezielle Kurven auf Flächen behandelt.

[653] Die Zeuthen-Segre'sche Invariante stellt eine Beziehung zwischen Charakteristika eines Kurvenbüschels und einer dieses enthaltenden algebraischen Fläche dar, welche unabhängig von der Wahl des Büschels ist und unter birationalen Transformationen invariant ist. Diese Formel war bereits von Corrado Segre (1863 – 1924) im allgemeinen Fall bewiesen worden. Jung zeigte, wie die vorkommenden Größen bei auftretenden Multiplizitäten der Basispunkte und bei zerfallenden Kurven im Kurvenbüschel zu definieren waren, und bewies damit die Formel erstmals in größtmöglicher Allgemeinheit [Jung 1912].

[654] Jung 1937

[655] Jung 1925

[656] Salmon/Fiedler 1880. Vgl. Rezensionen [Löffler 1932], [König 1926].

In mehreren Zyklen von Arbeiten fasste Jung verschiedene Aspekte und Ergebnisse der Theorie der algebraischen Funktionen in zwei Veränderlichen noch stärker arithmetisch-algebraisch.[657] Dazu gehörte auch ein Beweis des Satzes von Riemann-Roch für Flächen, den er bereits 1909/10 aufgestellt hatte.[658] Eine «Arithmetisierung» der (algebraischen) Geometrie wurde von verschiedenen Seiten betrieben.[659] Jung betreute in Halle auch einige Promotionen in diesem Bereich.[660]

Zusätzlich zu diesen Arbeiten veröffentlichte Jung zwei sehr elementare, mit vielen Beispielen ausgestattete Lehrbücher im Bereich der Zahlentheorie.[661] Das erste gab eine Einführung in die Zahlentheorie, das zweite, darauf aufbauend, eine Darstellung der quadratischen Zahlkörper und deren Zusammenhang mit den quadratischen Formen. Jung wählte dabei einen Zugang über die Theorie der Divisoren, statt des sonst üblichen über die Idealtheorie. Dies war gerade der Zugang, der bei der Theorie der algebraischen Funktionen in zwei Veränderlichen angemessen war.

6.5.2 Algebraische Zahlentheorie

Mit dem jungen Hasse kam ein Vertreter der modernen algebraischen Richtung an die Universität Halle, der im regen Austausch mit Emmy Noether stand und schon bald zu einem der Experten im Bereich der algebraischen Zahlentheorie zählte.[662] Zeugnis seiner Ausrichtung auf die reine Mathematik lieferte gleich zu Beginn seine Antrittsrede, welche

[657] Jung 1931; Jung 1933; Jung 1939. Diese stehen stellvertretend für die zahlreichen weiteren, verschiedene Detailfragen behandelnden Artikel zu diesem Themenkomplex.

[658] Zu Jungs frühen Arbeiten zum Satz von Riemann-Roch für Flächen vgl. [Gray 1994], S. 174 – 180.

[659] Schappacher 2007

[660] An dieser Stelle seien zwei, von Frauen – Elsbeth Kohl (1904 – ?) und Martha Oehlert (1909 – ?) – angefertigte Dissertationen hervorgehoben, deren Ansätze Jung in sein späteres Lehrbuch [Jung 1951] übernahm: Kohl, Elsbeth: Algebraische Korrespondenzen. Diss. Halle 1929; Oehlert, Martha: Über die Definition der Zeuthen-Segreschen Invariante. Diss. Halle 1934 (= Journal f. die reine u. angew. Math. 171 (1934), S. 42 – 54).

[661] Jung 1935; Jung 1936

[662] Lemmermeyer/Roquette 2006. Noether hat in dieser Zeit einen Gastvortrag in Halle gehalten (ebenda, S. 103 – 106, insbesondere Fußnote 10).

den Titel «Die Mathematik ist eine Geisteswissenschaft» trug.[663] Von einer Philosophischen Fakultät kommend, stellte er die vor kurzem in Halle vollzogene Trennung der Philosophischen Fakultät in eine philologisch-historische und eine mathematisch-naturwissenschaftliche grundsätzlich in Frage. Seine Thesen blieben in Halle nicht unwidersprochen. Die Naturwissenschaftler seien froh gewesen über die «Befreiung vom geisteswissenschaftlichen Joch.» Hasse sei, wie er später einräumte, «mit der ganzen Einseitigkeit eines jugendlichen Hitzkopfes über die Bedeutung der Mathematik für die Naturwissenschaften» hinweggegangen.[664]

In Hasses Zeit an der Universität Halle-Wittenberg fiel die Publikation seiner berühmten umfangreichen, als «*Klassenkörper-Bericht*» bekannt gewordenen Untersuchung.[665] Hasse skizzierte darin – im Anschluss an Hilberts «*Zahlbericht*» und dessen Arbeiten zu speziellen Zahlkörpern, die Ende des 19. Jahrhunderts entstanden waren – die neueren Untersuchungen zu algebraischen Zahlkörpern.[666] Wesentliche Fortschritte auf diesem Gebiet waren seit Hilberts Zahlbericht durch Philipp Furtwängler (1869 – 1940) und Teiji Takagi (1875 – 1960) erreicht worden. Takagi war es gelungen, mit Hilfe einer auf Weber zurückgehenden Verallgemeinerung des Klassenkörperbegriffs Furtwänglers Ergebnisse auf eine einheitliche Weise zu begründen und zu einem vorläufigen Abschluss zu bringen. Hasse versuchte, die Grundgedanken und Hauptresultate aus diesen Arbeiten einer breiten mathematischen Öffentlichkeit zu präsentieren. Allerdings bot er keine bloße Zusammenfassung der Theorie der Klassenkörper, sondern teilweise auch eine neue Darstellung des Stoffes, so dass einige bis dahin unbeachtet gebliebene Aspekte zu Tage traten. Außerdem benannte er Problemfelder der aktuellen Forschung in diesem Bereich. In einem zweiten, einige Jahre später erschienenen Teil behandelte er das Reziprozitätsgesetz. Auf diesem Gebiet war

[663] Vgl. [Hasse 1952].

[664] Hasse 1952, S. 10

[665] Hasse 1926a

[666] Algebraische Zahlkörper sind (endlich-) algebraische Erweiterungen des Körpers der rationalen Zahlen. Klassenkörper können mit solchen endlichen, Galoisschen Körpererweiterungen K über einem endlich-algebraischen Zahlkörper k identifiziert werden, die eine Abelsche Galoisgruppe besitzen. Mit Hilfe von arithmetischen Objekten in k, sogenannten Idealgruppen, lässt sich so im Rahmen der Klassenkörpertheorie eine Übersicht über alle Abelschen Erweiterungen geben.

Artin jüngst ein Durchbruch gelungen durch einen allgemeinen Beweis einer gruppentheoretischen Formulierung des Reziprozitätsgesetzes. Das sogenannte Artin'sche Reziprozitätsgesetz bildete den Mittelpunkt des zweiten Teils der Hasse'schen Arbeit. Zusätzlich stellte Hasse eigene Ergebnisse zur Berechnung expliziter Formeln zum Reziprozitätsgesetz vor – und zwar als einheitliches Ganzes. Damit knüpfte er an Fragestellungen von Gauß, Gotthold Eisenstein (1823 – 1852) und Eduard Kummer (1810 – 1893) an. Neben dem Klassenkörper-Bericht veröffentlichte Hasse zahlreiche weitere Beiträge zu diesen beiden Gebieten. Die lokale Klassenkörpertheorie entwickelte Hasse in seiner Arbeit zur Normenresttheorie Anfang 1929.[667] Außerdem finden sich unter Hasses Publikationen aus dieser Zeit auch solche, die allgemeineren Fragestellungen aus der Zahlentheorie und Algebra nachgingen,[668] wie auch ein Lehrbuch zur höheren Algebra, in dem er auf einfachem Niveau die Theorie der Gleichungen in aller Allgemeinheit und die Galoistheorie darstellte.[669]

Die modernen algebraischen Methoden, welche in der Theorie der Zahlkörper zur Anwendung kamen, stellte Hasse auf der DMV-Jahresversammlung 1929 in Prag vor.[670] Erklärtes Ziel des Vortrags war es, Werbung für die moderne Algebra zu machen und ihre Methoden, die auch für andere Wissensgebiete – neben verschiedenen mathematischen Teildisziplinen nannte Hasse auch die Quantenmechanik – Bedeutung haben könnten, bekannter zu machen. Als charakteristisch für diese neuen Methoden hob er das Bestreben hervor, ein vorgelegtes mathematisches Gebiet auf seine allgemeinsten und daher einfachsten Grundlagen zurückzuführen und es dann aus diesen allein heraus aufzubauen. Die modernen Methoden zielten auf größtmögliche Allgemeinheit dem Inhalt nach bei gleichzeitiger größtmöglicher Beschränkung der Hilfsmittel. Einwänden, sie liefen auf ein inhaltsleeres Spiel mit Formeln hinaus, hielt Hasse entgegen, dass es um präzise Abgrenzung des begrifflichen

[667] Hasse 1930a

[668] Dazu gehören auch einige Arbeiten, welche für den Beweis des Strukturtheorems über normale, einfache Algebren über einem lokalen Körper Bedeutung hatten [Brauer/Hasse/Noether 1932]. Die Schlüsselarbeit dafür, [Hasse 1931], entstand jedoch erst in Marburg.

[669] Hasse 1926b

[670] Hasse 1930b

Inhalts ginge. Er zeigte an zahlreichen Beispielen aus der Zahlentheorie sehr eindrucksvoll auf, wie sich durch die algebraische Methode die Fragestellungen verschoben und so neue Forschungsgebiete entstanden bzw. wie sich traditionelle erweiterten.

Hasse bemühte sich nicht nur um die Verbreitung dieser Theorie und ihrer Methoden unter Mathematikern, sondern auch in einer größeren Öffentlichkeit. Sein zusammen mit dem Kieler Philosophen Scholz verfasster mathematikhistorischer Beitrag zur Bedeutung der Arithmetik für die Grundlagenkrise der griechischen Mathematik fällt in diese Kategorie.[671] Die Mathematik der Pythagoreer baute auf arithmetischen Grundlagen («Alles ist Zahl») auf und dieser Aufbau wurde durch neue arithmetische Kenntnisse – die Entdeckung des Irrationalen – radikal in Frage gestellt. Ein Rettungsversuch durch Verwendung von infinitesimalen Größen von Seiten der Sophisten scheiterte an der Kritik von Zenon (ca. 490 – ca. 430 v. Chr.). Damit geriet die griechische Mathematik in eine ernsthafte Grundlagenkrise, aus der sie erst durch die Verhältnislehre gleichartiger Größen von Eudoxos (410 oder 408 – 355 oder 347 v. Chr.) – und damit durch eine Tieferlegung der Fundamente – herausgeführt werden konnte. Die Tiefe der arithmetischen Einsichten von Eudoxos, wie sie in Euklids Elementen (Buch V) dargestellt ist, sei erst wieder im 19. Jahrhundert erreicht worden durch Weierstraß, Dedekind und Cantor. Des Weiteren gab Hasse zusammen mit Baer den 1910 erschienenen Aufsatz zur algebraischen Theorie der Körper von Steinitz heraus, den sie umfangreich nach dem damaligen Stand der Wissenschaft kommentierten.[672]

Von Hasses Enthusiasmus für sein mathematisches Teilgebiet und dessen Methoden ließen sich einige Hallenser Privatdozenten anstecken. Selbst wenn deren ursprüngliches Forschungsinteresse nicht bei der algebraischen Zahlentheorie lag, so entstanden doch einige Arbeiten von Bessel-Hagen und Baer, welche im weitesten Sinne in diese Richtung gingen. Tornier, dagegen, war mit einer zahlentheoretischen Arbeit promoviert worden. Durch Hasse angeregt, versuchte er, die Wahrscheinlichkeitsrechnung für die Zahlentheorie nutzbar zu machen. Einen solch

[671] Hasse/Scholz 1928

[672] Baer/Hasse 1930. Die Darstellung der Galoistheorie im Anhang schließt sich offensichtlich eng an einen diesbezüglichen Brief von Noether an Hasse vom November 1926 an. Lemmermeyer/Roquette 2006, S. 56- 58

Abbildung 6.10
Helmut Hasse, Ordinarius für Mathematik in Halle 1925 – 1930

heuristischen Ansatz hatte bereits Stäckel in einer Arbeit zur Goldbachschen Vermutung benutzt.[673] Hasse und Tornier veröffentlichten erste Ergebnisse zu Dichtefunktionen, die in speziellen zahlentheoretischen Problemstellungen von Relevanz waren.[674] Zur Fundierung dieses neuen Ansatzes erarbeitete Tornier ein Axiomensystem für die Wahrscheinlichkeitsrechnung, das für die Anwendung auf die Zahlentheorie geeignet war. In späteren Arbeiten zur Begründung der Wahrscheinlichkeitstheorie ging Tornier jedoch nur am Rande auf zahlentheoretische Anwendungsmöglichkeiten ein.[675] In seiner Probevorlesung, die er im Januar 1931 hielt, diskutierte er die Beziehungen des Kant'schen Schematismus der reinen Verstandesbegriffe zum Anwendungsproblem der Wahrscheinlichkeitsrechnung.[676]

[673] Stäckel 1896. Die Goldbachsche Vermutung besagt, dass jede gerade Zahl größer 2 als Summe von zwei Primzahlen geschrieben werden kann. Stäckel seinerseits wurde durch eine Arbeit von Cantor [Cantor 1895a] inspiriert.

[674] Hasse/Tornier 1928

[675] Tornier 1929; Tornier 1930. Beispielsweise gelang ihm eine Verallgemeinerung der mit Hasse aufgestellten Sätze zu Dichtefunktionen.

[676] UAH, Rep. 4, Nr. 867, unpaginiert

Mit der Einführung des für seinen axiomatischen Aufbau zentralen Begriffes des Wahrscheinlichkeitsfeldes wich Tornier zwar von dem 1919 von von Mises aufgestellten Axiomensystem ab, ging aber nicht über eine Theorie der Häufigkeiten hinaus. Der Durchbruch zur Fundierung der Wahrscheinlichkeitstheorie gelang wenige Jahre später Andrej Nikolaevič Kolmogorov (1903 – 1987) mit einem maßtheoretischen Ansatz, der sich allerdings nur allmählich durchsetzen konnte. Diese Richtung war erstmals 1909 von Émile Borel (1871 – 1956) konsequent verfolgt worden und baute auf der von Lebesgue ab 1902 entwickelten Maß- und Integrationstheorie auf. Die von Tornier in den 1930er Jahren weiterentwickelte Theorie zur Begründung der Wahrscheinlichkeitstheorie stellt «gewissermaßen ein vermittelndes Element» zwischen dem häufigkeitstheoretischen und dem maßtheoretischen Ansatz dar.[677] Für die Naturwissenschaften hatten stochastische Prozesse und Wahrscheinlichkeitsrechnung im Verlauf der vorausgegangenen Jahrzehnte große Bedeutung gewonnen. Die 1926 von Max Born gegebene statistische Interpretation der neuen Quantenmechanik hob dies paradigmatisch hervor.

Erwähnt seien an dieser Stelle auch zwei Arbeiten von Bessel-Hagen zur Zahlentheorie und zu Binomialkoeffizienten.[678] Die letztere entstand in Zusammenarbeit mit Hasse, der als Koautor einiger Arbeiten von Hallenser Privatdozenten auftrat und so die jungen Forscher unterstützte. Bessel-Hagen konnte allerdings aufgrund der kurzen Dauer seines Aufenthalts in Halle keinen nennenswerten Einfluss auf die dortige mathematische Forschung ausüben.

Baer und Hasse waren sich bereits in Kiel begegnet. Baer publizierte während seiner Zeit in Halle zur Topologie und zur Gruppentheorie.[679] Wie Hasse bediente er sich dabei moderner Methoden, die er u. a. bei Emmy Noether erlernt hatte. Eine in verschiedenen Kontexten wiederkehrende Frage Baers war die nach der Vollständigkeit und Unabhängigkeit zwischen Axiomen eines mathematischen Konzeptes und damit nach dem Zusammenhang zwischen verschiedenen Definitionen. Der Titel seiner Antrittsvorlesung ließ dieses Interessengebiet klar hervortreten:

[677] Hochkirchen 1998, S. 34
[678] Bessel-Hagen 1929; Bessel-Hagen/Hasse 1928
[679] Zu Baer vgl. [Gruenberg 1981].

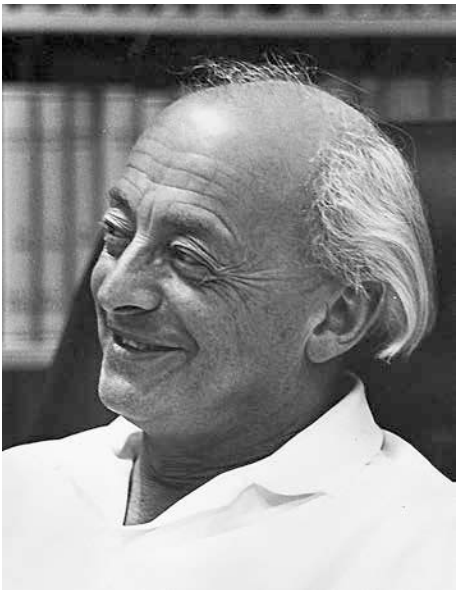


Abbildung 6.11
Reinhold Baer, Privatdozent für Mathematik in Halle 1928 – 1933

«*Grundbegriffe der modernen Axiomatik*».[680] In seinen ersten Arbeiten beschäftigte er sich mit der axiomatischen Definition von «Mischgruppen», einem Konzept, das auf seinen Freiburger Professor Alfred Loewy (1873 – 1935) zurückging.[681] Für Mischgruppen entwickelte er ein dem Restklassenbilden analoges Konzept und wandte dieses im Bereich der Galoistheorie an.[682] Für die Grundbegriffe der Topologie verglich er die auf dem Umgebungsbegriff basierende Definitionen von Hausdorff mit den auf dem Begriff des Häufungspunkts beruhenden Definitionen von Fréchet, den auf offenen Menge gründenden von Heinrich Tietze (1880 – 1964) sowie den auf stetigen Abbildungen fundierten. Baer hatte bereits in Freiburg zwei für die Topologie wegweisende Arbeiten zur Isotopie von Kurven veröffentlicht. Er sah den Begriff der Stetigkeit als zentral für die Topologie an.[683] Daher untersuchte er, zusammen mit Friedrich Levi (1888 – 1966) aus Leipzig, einem guten Freund der Familie

[680] UAH, PA 4062, unpaginiert

[681] Eine Menge heißt Mischgruppe, falls eine Teilmenge, der sogenannte Kern, die Gruppeneigenschaften erfüllt und die anderen Elemente mit dem Kern rechtsseitig komponiert werden können. Dies trifft beispielsweise auf eine Gruppe zu, deren Kern eine echte Untergruppe ist. Vgl. auch Fußnote 690.

[682] Baer 1929a

[683] Baer 1929b

seiner Ehefrau Marianne Kirstein, unter anderem stetige Abbildungen zwischen topologischen Räumen.[684] Den Randbegriff der Topologie führten Baer und Levi mit Hilfe der kombinatorischen Topologie als Absolutbegriff in die mengentheoretische Topologie ein.[685] Dabei zeigten sie durch ein Gegenbeispiel, dass ein anderweitig vorgeschlagenes Dimensionskriterium zur Charakterisierung des Randes unzweckmäßig war. Weitere Analysen von Axiomensystemen betrafen die Kardinalzahlarithmetik und, zusammen mit Levi, den Begriff der Gruppe.[686]

Schließlich beschäftigte sich Baer mit Körpererweiterungen, was wahrscheinlich auf Hasses Einfluss zurückging.[687] Mit Hilfe des Wohlordnungssatzes von Ernst Zermelo (1871 – 1953) schloss Baer zunächst auf die Existenz einer wohlgeordneten Kette von einfachen Erweiterungen vom Grundkörper bis zu jedem Zwischenkörper einer algebraischen und normalen Erweiterung, und bewies darüber hinaus mit Hilfe der verallgemeinerten Kontinuumshypothese, dass alle diese Ketten gleichmächtig sind.[688] Dies dürfte die erste Anwendung der Kontinuumshypothese in der Algebra sein. Baer analysierte, welche Bedingungen wirklich notwendig waren, um eine eindeutige Zuordnung zwischen einem Zwischenkörper und einer Untergruppe in der Galoistheorie zu erreichen, und studierte anschließend spezielle Körpererweiterungen.[689] Anlässlich des 60. Geburtstags von Loewy publizierte er einen Beweis zur Struktur von Gruppen: Die Struktur einer höchstens abzählbaren Gruppe, deren sämtliche Untergruppen Normalteiler sind, ist bereits durch die «Situation der Untergruppen» bestimmt.[690]

[684] Baer/Levi 1932a
[685] Baer/Levi 1930
[686] Baer 1929c; Baer/Levi 1932b
[687] Vgl. auch [Baer/Hasse 1930].
[688] Baer 1930; Baer/Hasse 1930
[689] Baer 1931
[690] Baer 1933. Unter einer situationstreuen Abbildung zwischen zwei Gruppen verstand Baer eine eineindeutige Abbildung zwischen den Mengen ihrer Untergruppen, so dass die Mächtigkeit der Untergruppen und die der Restklassen erhalten bleiben und die jeweiligen Inklusions- und Konjugationsbeziehungen zwischen Untergruppen der Bilder und Urbilder einander eindeutig entsprechen. Die Struktur einer Gruppe nannte Baer durch ihre Situation bestimmt, wenn jede situationstreu auf sie beziehbare Gruppe mit ihr isomorph ist.

6.5.3 Gruppoid und Arithmetik von Algebren

Mit Hasses Nachfolger Brandt wurde ein weiterer Mathematiker berufen, der seinen Forschungsschwerpunkt im Bereich der Algebra und Zahlentheorie sowie Kontakt zu E. Noether hatte, die er 1930 und 1931 zu Vorträgen nach Halle einlud.[691] Brandt war in den 1920er Jahren bei seinen Studien zur Theorie der quaternären quadratischen Formen auf eine Verallgemeinerung des Gruppenbegriffs, das Gruppoid, gestoßen. Unter einem Gruppoid verstand Brandt eine Menge mit einer partiellen binären Verknüpfung, welche bestimmten weiteren Bedingungen genügte, u. a. Existenz einer Rechtseinheit und eines inversen Elementes.[692] Heute wird diese Struktur mit seinem Namen verknüpft und als Brandt'sches Gruppoid bezeichnet.[693] Die Bedingungen, oder Axiome, überprüfte er – zusammen mit den Hallenser «Studenten» Werner Klemm (1909 – ?) und Ludwig Schwarz[694] (1908 – ?) – Anfang der 1930er Jahre auf Unabhängigkeit und konnte so ein vollständiges irreduzibles Axiomensystem aufstellen.[695] Er behandelte dabei ebenfalls die von Baer und Levi untersuchten Mischgruppen. Hier griffen die Forschungen der Hallenser Mathematiker ineinander. Mit einem Artikel zur Idealtheorie von hyperkomplexen Systemen (Algebren) nach Dedekind'schem Vorbild beschloss er in Halle im Wesentlichen eine Reihe von allgemeineren Publikationen zu diesem Gebiet.[696] Brandt wandte in den folgenden Jahren diese Ergebnisse im Bereich der Zahlentheorie von quadratischen Formen und von Quaternionen an, indem er sogenannte Stammformen einführte, die im gewissen Sinne den Idealklassen von

[691] Zu Brandt vgl. [Eichler 1955], [Hoehnke 1986] und [Jentsch 1986].

[692] Brandt 1927

[693] Man unterscheidet zwischen dem Brandt'schen Gruppoid, dem Loewy'schen Gruppoid (Mischgruppe, vgl. Fußnote 678) und dem Gruppoid nach Ehresmann. Alle drei Strukturen gehören zu den sogenannten Halbgruppoiden, das sind Mengen zusammen mit einer partiellen binären Verknüpfung.

[694] Schwarz war auf Vorschlag von Weyl und Noether von Oktober 1933 bis Februar 1938 wissenschaftliche Hilfskraft am Mathematischen Seminar in Halle. Er legte im Juli 1933 die mündliche Prüfung für die Promotion in Göttingen ab, reichte seine Dissertationsarbeit zu einem Thema aus der nichtkommutativen Algebra aber erst im Juni 1944 dort ein. Vgl. [Jentsch 1986].

[695] Brandt 1940a

[696] Brandt 1930. Dazu zählte die für die Arithmetik von Algebren wichtige Arbeit zur Idealtheorie in Quaternionenalgebren [Brandt 1928].

maximalen Ordnungen entsprachen.[697] Sein Ziel war es, nach dem Vorbild der Körpertheorie auf diese Weise die vielen Ausnahmen und Einzelfallbetrachtungen in der arithmetischen Formenlehre zu umgehen und eine einfache, allgemeine Theorie zu entwickeln. Im Bereich der Quaternionen konnte Brandt eine Beziehung zu Formen und zu Gruppoidstrukturen herstellen. Darüber hinaus gelang es ihm damit, einen von Erich Hecke aufgestellten Satz in der Theorie der Modulformen zu beweisen und zu verallgemeinern.[698] Brandts Arbeiten zu speziellen algebraischen Bereichen zeigen seine Wertschätzung für die konkret-rechnerische Seite in der Algebra.[699] Brandts Untersuchungen zur Arithmetik von einfachen Algebren waren durchaus wegweisend.

Grell, ein weiterer Mathematiker aus der Schule Emmy Noethers, forschte ebenfalls im Bereich der modernen Algebra.[700] Er veröffentlichte während seiner Hallenser Zeit zur Idealtheorie im Bereich der algebraischen Körpererweiterungen und zur Verzweigungstheorie, dem Thema seiner Jenenser Habilitation, im Bereich der algebraischen Zahlkörper.[701] Seine diesbezüglich entwickelte Theorie der Ordnungen algebraischer Zahlkörper stellte einen wichtigen Beitrag zur Algebra dar. Interessanterweise wählte Grell die Bedeutung der hyperkomplexen Systeme (Algebren) für die Quantenmechanik als Vortragsthema anlässlich seiner Umhabilitierung nach Halle im Februar 1935 und demonstrierte damit seinen klaren Blick für aktuelle Fragen der mathematischen Physik.[702] Algebren tauchten in der Quantenmechanik implizit in den Arbeiten von Wolfgang Pauli (1900 – 1958) zum Spin und von Paul Dirac (1902 – 1984) zur relativistischen Fassung der Wellengleichung des Elektrons auf und wurden 1934 von Pascual Jordan, J. von Neumann und Eugen Wigner systematisch für die Mathematisierung des quantenmechanischen Formalismus untersucht. Mit seinem Vortragsthema wies Grell auf die Anwendbarkeit der modernen algebraischen Konzepte in einem jungen,

697 Brandt 1932; Brandt 1937; Brandt 1940b; Brandt 1943

698 Brandt 1940b; Brandt 1943

699 [Eichler 1955], [Hoehnke 1986] und [Jentsch 1986] weisen auf eine gewisse Reserviertheit Brandts gegenüber einer rein abstrakten bzw. begrifflichen, axiomatischen Herangehensweise in der Mathematik hin, die im späteren Leben Brandts in eine Abneigung umschlug.

700 Zu Grell vgl. [Budach 1974].

701 Grell 1936a; Grell 1936b

702 UAH, PA 6887

blühenden Zweig der physikalischen Theoriebildung hin. Seine für das Sommersemester angekündigte Vorlesung zu den mathematischen Grundlagen der Quantenmechanik musste aufgrund der Verhaftung Grells ausfallen. Mit Grells Entlassung wurde in Halle eine Chance vertan, die Verzahnung zwischen Mathematik und Physik wieder deutlicher hervortreten zu lassen und von Seiten der Mathematik zu fördern.

Der als Ersatz für den ausgefallenen Grell nach Halle versetzte Threlfall hatte zur Topologie gearbeitet und ein Jahr vor seiner Berufung zusammen mit seinem Freund Herbert Seifert (1907 – 1996) in Leipzig ein viel beachtetes Lehrbuch dazu veröffentlicht, in dem sie die auf simplizialen Komplexen beruhende, von Brouwer entwickelte kombinatorische Topologie in einfacher Darstellung und mit wohl ausgewählten Beispielen und Figuren versehen vorgestellt hatten.[703] Daran anknüpfend forschte Threlfall zur Topologie von geschlossenen n-dimensionalen Varietäten. Er betonte die Bedeutung ihrer Klassifikation für die Kosmologie, ohne diesen Zusammenhang weiter auszuführen.[704] Wahrscheinlich führten ihn diese Arbeiten zur Variationsrechnung im Großen (globale Analysis). Diese Theorie vom Maximum und Minimum von Funktionen beruhte auf einem topologischen Ansatz von Poincaré und war wenige Jahre vorher von Marston Morse (1892 – 1977) entwickelt worden. Zusammen mit Seifert publizierte Threlfall ein einführendes Lehrbuch zur Theorie von Morse, welche eine wichtige Rolle in der Differentialtopologie spielen sollte.[705] Sie beschränkten sich dabei auf die Analyse der geodätischen Kurven auf geschlossenen Flächen. Die topologische Struktur des mit einer Metrik versehenen Funktionalraums von stückweise glatten, auf der Mannigfaltigkeit zwischen den beiden Punkten verlaufenden Kurven spielte bei der Beantwortung dieser Fragestellung eine Schlüsselrolle. Seifert und Threlfall hoben in ihrer Darstellung die topologische Seite der Theorie hervor, während auf die analytische Seite nicht näher eingegangen wurde. Threlfall kündigte in dieser Zeit auch Vorlesungen zur Variationsrechnung an.[706]

[703] Seifert/Threlfall 1934. Zu Freundschaft und Zusammenarbeit von Seifert und Threlfall vgl. [Voss 2006].
[704] Threlfall 1936
[705] Seifert/Threlfall 1938
[706] So im Wintersemester 1936/37 und im Sommersemester 1938.

Die Theorie von Morse hatte außer in der Differentialtopologie auch zahlreiche Anwendungen im Bereich der mathematischen Physik und der Differentialgleichungen.

Abbildung 6.12
William Threlfall, nichtbeamteter außerordentlicher Professor für Mathematik in Halle 1936 – 1938

Die dezidiert nicht anwendungsbezogene Forschungsausrichtung der Hallenser Mathematiker seit Mitte der 1920er Jahre änderte sich auch nicht unter dem Druck der nationalsozialistischen Kriegsvorbereitungen und mit Ausbruch des Zweiten Weltkrieges. Die 1938 eingerichtete außerordentliche Professur für angewandte Mathematik trug zwar der größeren Bedeutung der anwendungsorientierten Mathematik in Forschung und Lehre im Allgemeinen Rechnung, hatte aber aufgrund der Besetzung mit dem Logiker Behmann keine Auswirkungen auf die Hallenser Forschungen.

7 Mit stetem Blick auf Experiment und technische Anwendungen – die Forschungen am Physikalischen Institut

Im Folgenden sollen die an der Hallenser Universität betriebenen physikalischen Forschungen genauer betrachtet und in die internationale Entwicklung dieser Disziplin eingeordnet werden. Abweichend von der chronologischen Reihenfolge werden dabei die Leistungen der einzelnen Gelehrten in die jeweiligen Teilgebiete der Physik eingefügt. Diese Darstellungsart lässt sowohl deutlich werden, welche physikalische Disziplinen und Subdisziplinen in Halle durch Forschungen besetzt und inwieweit diese Aktivitäten von Kontinuität gekennzeichnet waren, als auch welche Defizite zu Tage traten. Mit der Errichtung des neuen physikalischen Instituts und der Repräsentation der theoretischen Physik durch ein Ordinariat bestanden zu Beginn des Untersuchungszeitraums günstige Rahmenbedingungen für eine ausgewogene, den Anforderungen der modernen Entwicklung entsprechende Forschungstätigkeit.

In den Verhandlungen zur Übernahme dieses Ordinariats hatte jedoch Dorn für eine enge Verknüpfung der theoretischen Physik mit der Experimentalphysik gesorgt und damit eine stärkere Orientierung auf theoretische Forschungen verhindert. Durch diese Maßnahme und mehr noch durch sein Wirken als Ordinarius für Physik und ab 1895 auch als Direktor des Physikalischen Instituts prägte er die Entwicklung der Hallenser Physik stark. Obwohl Dorn als Schüler Franz Neumanns die klassische Königsberger Schule der mathematischen Physik durchlaufen hatte und anfangs auch auf mathematischem Gebiet tätig war, bereicherte er die physikalische Forschung in Halle nicht durch bemerkenswerte theoretische Ergebnisse. Bereits am Beginn seiner Karriere als Hochschullehrer hatte er den Schwerpunkt seiner Forschungen auf

experimentelle Untersuchungen verlagert, ohne theoretische Überlegungen völlig auszuklammern. Dementsprechend hatte er sich bei der Berufung als Professor für theoretische Physik in Halle die Möglichkeit zu experimentellen Untersuchungen geschaffen und diese Anstellung, wie damals allgemein üblich, als Zwischenschritt auf dem Weg zu einem Ordinariat für Experimentalphysik angesehen, was er als Nachfolger von Knoblauch dann auch erreichte. Auf den von ihm bevorzugten Gebieten gelang es ihm, das Hallenser Institut an das Spitzenniveau in der Forschung heranzuführen. (Vgl. Abschnitt 4.1)

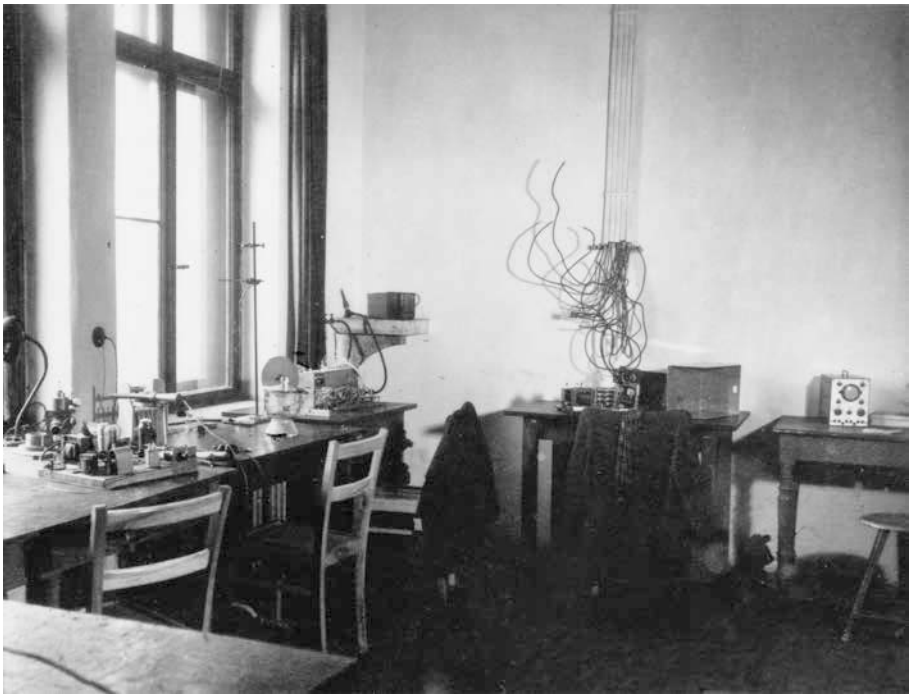


Abbildung 7.1 Arbeitsplatz im Physikalischen Institut Halle

Fast über den gesamten Untersuchungszeitraum blieben die Forschungen zur theoretischen Physik mit experimentellen Arbeiten bzw. technischen Anwendungen verknüpft. Es kann deshalb kaum verwundern, dass die Arbeiten am Physikalischen und am Theoretisch-Physikalischen Institut zwar ein breites Themenspektrum umfassten, im Schwerpunkt aber kaum theoretische Fragen erörterten. Als Hauptforschungsgebiete

bildeten sich die Elektrophysik mit Studien zur Funktechnik, die Physik der freien Atmosphäre, die Atom- und Kernphysik sowie die Materialwissenschaft heraus. Die Betrachtungen zur Thermodynamik und zur Photochemie, die in der folgenden Analyse an die Materialwissenschaft angeschlossen werden, standen dagegen wie die intensive Auseinandersetzung mit der Relativitätstheorie nur wenige Jahre im Fokus der Hallenser Physiker.

7.1 Elektrophysik

Die klassische Elektrophysik, die sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts als eines der zentralen Teilgebiete der Physik etablierte und mit der Anerkennung der Faraday-Maxwell'schen Feldtheorie, deren Weiterentwicklung durch Heinrich Hertz (1857 – 1894) und mit der Elektronentheorie von Hendrik Antoon Lorentz (1853 – 1928) einen gewissen vorläufigen Abschluss erreichte, fand in den Forschungen der Hallenser Physiker zunächst nur wenig Beachtung. Lediglich das Resümee von Dorns Forschungen zur Bestimmung elektrischer Größen fällt in den hier betrachteten Zeitraum. Auf Anforderung von Hermann von Helmholtz (1821 – 1894) legte er im Oktober 1892 eine Zusammenstellung und kritische Bewertung der verschiedenen, von ihm und von Kollegen ermittelten Werte für die Widerstandseinheit und die Feststellung des wahrscheinlichsten Wertes des Ohms vor.[707] Bereits vor seinem Wechsel nach Halle hatte er sich mit der Messung elektrischer Größen, speziell des elektrischen Widerstandes, einen Namen in der Fachwelt gemacht und griff nun auf dieses Datenreservoir zurück. Die exakte Bestimmung der elektrischen Grundgrößen war eine wichtige praktische Aufgabe der damaligen Zeit, um für die sich rasch entwickelnde Elektrizitätslehre eine ähnlich solide Basis zu schaffen, wie sie in Mechanik und Wärmelehre/Thermodynamik für die Längen-, Gewichts- bzw. Temperaturbestimmung existierte. Sein Interesse an einer präzisen Messtechnik bewies Dorn nochmals mehr als zehn Jahre später mit zwei Arbeiten über Heliumröhren und deren Einsatz zum Nachweis schneller elektrischer Schwingungen. Er hatte diese Röhren in verschiedenen Ausführungen und mit unterschiedlicher Gasfüllung anfertigen lassen

[707] Dorn 1889

und deren Empfindlichkeit sowie weitere Verwendungsmöglichkeiten untersucht.[708]

In den Jahren nach der Jahrhundertwende beteiligten sich Hallenser Physiker außerdem erfolgreich an der Erforschung von Gebieten, die wie die Funktechnik durch die Umsetzung physikalischer Ideen aus der Elektrophysik hervorgegangen waren oder die ihre Anregungen unter anderem durch offene Fragen der Elektrophysik erhalten hatten, wie die Analyse der Dielektrizitätseigenschaft. So blieben zumindest im weiteren Sinne einige mit der Elektrophysik verknüpfte Themen in den Untersuchungen am Physikalischen Institut aktuell, es handelte sich also nicht um eine völlige Abkehr von diesem Forschungsgebiet.

7.2 Hochfrequenzphysik und der rasche Aufschwung der Funktechnik

Mit der Entdeckung der elektromagnetischen Wellen und deren drahtloser Übertragung durch H. Hertz war zugleich der Ausgangspunkt für die Entstehung der Funktechnik geschaffen worden. In den beiden Jahrzehnten um die Wende zum 20. Jahrhundert erfuhr dieses Gebiet durch einige Erfindungen und technologische Verbesserungen einen starken Aufschwung, neben den sich noch vor 1900 die entstehende Hochfrequenzphysik als theoretische Basis gesellte. In kurzer Zeit entwickelten sich intensive Wechselbeziehungen zwischen den die wissenschaftlichen Grundlagen bildenden Gebieten der Elektrophysik und deren technischen und technologischen Umsetzungen bis hin zur Produktion. Während zum Beispiel Guglielmo Marconi (1874 – 1937) sowie Adolf Slaby (1849 – 1913) und Georg Graf von Arco (1869 – 1940) wichtige Ergebnisse mit Unterstützung von Kapitalgesellschaften erzielten, entwickelte sich die Arbeitsgruppe von Ferdinand Braun (1850 – 1918) in Straßburg (Strasbourg) zu einem ersten Zentrum der Hochfrequenzphysik. Weiterhin seien die unter der Leitung von Heinrich Barkhausen (1881 – 1956) ab 1911 an der Technischen Hochschule Dresden durchgeführten Forschungen zur Schwachstromtechnik, speziell zu Elektronenröhren, hervorgehoben.

[708] Dorn 1905a; Dorn 1906

In der Frühphase der Funktechnik beteiligte sich am Hallenser Physikalischen Institut K. Schmidt intensiv an den entsprechenden experimentellen Untersuchungen. Aus eigenen Mitteln hatte er dazu sogar mehrere Jahre eigene Forschungsstationen in Halle-Cröllwitz und Wallwitz betrieben.[709] Den Ausgangspunkt bildeten Untersuchungen von elektrischen Schwingungen. Für die Frequenzbestimmung von langsamen elektrischen Schwingungen gab er eine einfache, schnelle und die genügende Genauigkeit liefernde Methode an.[710] Anschließend studierte er die Resonanz dieser Schwingungen, speziell die elektrische Eigenresonanz und die dabei erzielte Verstärkung.[711] Die ermittelten Beobachtungsergebnisse verglich er mit den berechneten Werten, soweit sich diese für Resonanzerscheinungen angeben ließen, und beschäftigte sich ausführlich mit dem Einfluss der Dämpfung. Die Abhängigkeit der Resonanzverstärkung von der Selbstinduktion bzw. der Dämpfung versuchte er auch formelmäßig zu erfassen. Als wichtiges Ergebnis formulierte er den Fakt, dass die Beobachtung der Resonanzverstärkung «in sehr empfindlicher Weise Energieabgabe des Schwingkreises meist unter Umwandlung in eine andere Energieform (Wärme), erkennen und quantitativ verfolgen läßt»[712]. Parallel dazu analysierte er die Resonanzerscheinungen bei Strömen mit einer Frequenz der Ordnung 10^3 Hz, wie sie damals mit den sogenannten Tesla-Maschinen erzeugt wurden und die einen guten Vergleich mit theoretischen Erkenntnissen gestatteten.[713] Entscheidend für die Erhöhung der Messgenauigkeit war Schmidts Verbesserung der Hitzdraht-Strommesser, insbesondere des sogenannten Barretters, einschließlich ihrer Schaltungen.[714] Die höhere Messgenauigkeit ermöglichte es ihrerseits wiederum, Fragen der drahtlosen Telegraphie quantitativ zu klären. Schmidt bestimmte unter anderem die Energie im Sendesystem und wies quantitativ den Einfluss atmosphärischer Störungen auf die Übertragung elektrischer Wellen durch die Schwankungen im Empfangssystem nach.[715] All

[709] GStA PK, Rep. 76, Va, Sect. 8, Tit. IV, Nr. 48, Vol. I, Bl. 285. Vgl. Abschnitt 4.1, S. 108.
[710] Schmidt 1902
[711] Schmidt 1904; Schmidt 1903b; Schmidt 1903c
[712] Schmidt 1904, S. 23
[713] Schmidt 1903a
[714] Schmidt 1906a; Schmidt 1907c; Schmidt 1909b
[715] Schmidt 1903d

diese Forschungen zeichneten sich durch das enge Verzahnen von theoretischen Überlegungen und experimentellen Arbeiten aus, wobei die Experimente sowohl der Überprüfung theoretischer Folgerungen dienten als auch Anregungen für Verbesserungen der Theorie bzw. die technische Realisierung lieferten.

Dies setzte sich bei den Versuchen zur gerichteten drahtlosen Telegraphie in gleicher Weise fort. Schmidt wiederholte Marconis Versuche zu horizontalen Empfangsantennen und erklärte 1906, ausgehend von der Hertz'schen Theorie über die Kräfte um einen Oszillator, die dabei zu beobachtenden Wirkungen. Anschließend verifizierte er experimentell seine Ideen zur Erhöhung der Strahlungswirkung elektromagnetischer Wellen sowie zum Einfluss des Sonnenlichts und der Atmosphäre auf die Ausbreitung dieser Wellen, und diskutierte die Einrichtung der Sende- und Empfangssysteme, um die Dämpfung gering zu halten.[716] Bei der letzten Fragestellung spielte dann wiederum eine Verbesserung und Vereinfachung der Messinstrumente für eine exakte Ermittlung der Dämpfungsgröße eine wesentliche Rolle. Gleichzeitig konnte Schmidt eine Reihe der sonst üblichen Vernachlässigungen vermeiden.[717] Als weiteren Einflussfaktor unterzog Schmidt schließlich die Höhe der Sende- und Empfangsantenne einer genauen Analyse.[718] All diese über viele Jahre hinweg systematisch betriebenen Forschungen führten Schmidt und seine Mitarbeiter in einen engen Kontakt mit Technikern und mit Vertretern der Industrie. Sie sind ein Beispiel der für die Hallenser Universität typischen Verknüpfung von Wissenschaft und Wirtschaft.

Ab dem Herbst 1912 arbeitete Schmidt auch mit Wigand zusammen, der in seine Studien zur Physik der Atmosphäre Probleme der drahtlosen Telegraphie einbezog. Ihr Ziel war es unter anderem, ein Gesetz der Wellenausbreitung nach Höhe und Entfernung zu finden sowie die Ursachen luftelektrischer Empfangsstörungen aufzuklären. Zur Lösung dieser Aufgaben beteiligte sich Wigand an zahlreichen Ballonfahrten und stieg mit künstlicher Sauerstoffversorgung bis in Höhen von 9000 m

[716] Schmidt 1906b; Schmidt 1907a; Schmidt 1907b; Schmidt 1907d; Schmidt 1913
[717] Schmidt 1908a
[718] Schmidt 1908b

Abbildung 7.2
Karl Friedrich Schmidt, Privatdozent für Physik in Halle 1889 – 1895, Extraordinarius für theoretische Physik 1895 – 1912, Ordinarius 1912 – 1927

auf.[719] Ausgehend von den von Schmidt und seinen Mitarbeitern in Halle-Cröllwitz sowie anderen Gelehrten vorgelegten Ergebnissen erhofften sich Wigand und dessen Mitarbeiter, neue Einsichten «durch synoptische Beobachtungen am Erdboden und im Freiballon» zu erhalten, und waren speziell bestrebt, die «eventuelle Beteiligung von Ionen an den Empfangsstörungen» zu erfassen. Dies erforderte dann, «gleichzeitige Versuche über die Änderungen der luftelektrischen Zerstreuung und der Kondensationskernzahl anzustellen».[720] Im Ergebnis konnten sie jedoch keine eindeutige quantitative Beziehung zwischen den Empfangsstörungen und den Änderungen der Leitfähigkeit bzw. der Kondensationskernzahlen feststellen.[721] Die vertikale Verteilung der Kondensationskerne bzw. die Ionisation der Atmosphäre machte Wigand dann zum Gegenstand separater Untersuchungen.[722] Die finanzielle Unterstützung aus dem Aerophysikalischen Forschungsfonds[723]

[719] UAH, PA 17041, unpaginiert, Teil 1, Artikel aus der *Saale-Zeitung* vom 29. Mai 1913, 13. September 1913 und vom 19. November 1913
[720] Wigand/Lutze 1913, S. 7
[721] Wigand/Lutze 1913; Wigand/Lutze 1914
[722] Wigand 1919b; Wigand 1921b
[723] Vgl. Abschnitt 8.1, S. 327.

hatte ab 1913 eine beträchtliche Ausdehnung des Programms und die Einbeziehung mehrerer Mitarbeiter ermöglicht, bevor der Beginn des Ersten Weltkriegs alle Aktivitäten weitgehend zum Erliegen brachte.

In den Kriegs- und Nachkriegsjahren setzte Schmidt seine Forschungen fort und widmete sich dem Studium von Verstärker- und Senderöhren und deren Einsatz in der drahtlosen Telegraphie. Er untersuchte die Energiebilanz und die Modulationsarten von Röhrensendern und bestimmte die auftretende Dämpfung. Weiterhin beschäftigte er sich mit Hochfrequenzverstärkern und deren Einsatz für Messzwecke, sowie mit Röhrenvoltmetern.[724] Jedoch scheint Schmidt die Resultate dieser Forschungen nicht in Publikationen umgesetzt zu haben. Es wurden zumindest keine Belege aufgefunden.[725] Seine Forschungen zur Telegraphie und Rundfunktechnik fanden an der Hallenser Universität keine Fortsetzung.

In den 1920er Jahren widmete sich Schmidt intensiv der Konservierung von Futtermitteln in dem Bestreben, die Ausgaben des Staates für die Winterfütterung des Viehs zu mindern und um so gegen die wachsende Staatsverschuldung anzukämpfen. In Zusammenarbeit mit den Siemens-Schuckert-Werken verbesserte er ein auf Th. Schweitzer zurückgehendes Elektrosilageverfahren und entwickelte 1924/25 das sogenannte Kältevakuumverfahren bis zur Einsatzreife. Dieses Silageverfahren wurde zuerst in Landwirtschaftsbetrieben Bayerns angewandt.

7.3 Physik der freien Atmosphäre

Für einige Zeit eng mit den Fortschritten der Funktechnik verknüpft, aber insgesamt doch völlig eigenständig, war die Erforschung der freien Atmosphäre. Sowohl durch die entstehende Rundfunktechnik als auch durch die Meteorologie wurde die Aufmerksamkeit der Wissenschaftler um die Jahrhundertwende auf derartige Fragestellungen zum Aufbau und zu Eigenschaften der Atmosphäre gelenkt. Auch einige Hallenser Physiker haben sich an diesen Untersuchungen beteiligt und

[724] Zöllich 1932, S. 394

[725] Entgegen der Angabe von Zöllich sind im Index der *Zeitschrift für Hochfrequenztechnik* für die Bände 1 – 50 keine Artikel von Schmidt nach 1910 aufgeführt. Vgl. auch Fußnote 750 (zu Poggendorff's «Handwörterbuch»)

es verwundert nicht, dass Schmidt in seine Arbeiten zur drahtlosen Telegraphie Studien zur Luftelektrizität einbezog. Schon Gauß und Joseph John Thomson (1856 – 1940) hatten über die Existenz einer elektrisch leitenden Schicht in der Atmosphäre spekuliert, eine Frage, die bei der Suche nach einer Erklärung für die Übertragung der Funksignale über Tausende von Kilometern eine besondere Aktualität erhielt. Arthur E. Kennelly (1861 – 1939) hatte dazu im März 1902 die Existenz einer solchen Schicht sowie die Reflektion der Radiowellen an ihr gefolgert. Schmidt sah dann rund zehn Jahre später die «Gleichgewichtsstörungen der Luftelektrizität» als eine Ursache für die in der Funktelegraphie auftretenden Störungen an.[726]

Neben Schmidt und fast gleichzeitig mit diesem widmete sich der von 1905 bis 1909 als Privatdozent in Halle tätige Berndt Fragen der Luftelektrizität. Unmittelbarer Anlass für die Beschäftigung mit diesem Thema dürfte Berndts Wechsel an das Physikalische Institut in Buenos Aires gewesen sein. Anknüpfend an Arbeiten von Julius Elster (1854 – 1920) und Hans Geitel (1855 – 1923) über Leitfähigkeit durch Ionisierung und Radioaktivität der Atmosphäre, nutzte er die Gelegenheit, um die diesbezüglich sehr spärliche Datenbasis für die Südhalbkugel der Erde durch systematische Messungen während der Atlantiküberquerungen, in Argentinien und auf dem Amazonas zu ergänzen. Er bestimmte die genannten Größen sowie das Potentialgefälle jeweils an Bord des Schiffes sowie in regelmäßigen Abständen in einer Festlandsstation in Buenos Aires und studierte deren Abhängigkeit von den meteorologischen Bedingungen sowohl in Hinsicht auf kurzzeitige als auch auf jahreszeitliche Änderungen. Einige frühere Messungen anderer Gelehrter wies er als fehlerhaft nach. Insgesamt sah er seine Datenbasis als zu gering an, um begründete Schlussfolgerungen über den Zusammenhang der Ionisierung mit anderen meteorologischen Faktoren zu ziehen und damit einige offene theoretische Fragen, wie die nach der Gleichheit von Ionisation und Potentialgefälle der Luft auf der Nord- und Südhalbkugel, die Unterschiede zwischen diesen Größen auf dem Festland, auf dem Meer und auf dem Amazonas zu klären.[727] Mit der Auswertung mehrerer luftelektrischer Beobachtungen, die neben seinen eigenen von einzelnen Gelehrten auf verschiedenen Ozeanen

[726] Schmidt 1915

[727] Berndt 1911a; Berndt 1911b; Berndt 1913a; Berndt 1913b; Berndt 1914a; Berndt 1914b

durchgeführt worden waren, endete 1915 Berndts Beschäftigung mit der Luftelektrizität. Unter der Voraussetzung, dass das Zerspritzen des Wassers an den Wellenkämmen eine wirksame Ionenquelle darstellt und dadurch etwa die Hälfte der über dem Meer gemessenen Ionen erzeugt werden, konstatierte er eine quantitative Übereinstimmung des Elektrizitätshaushalts über dem Meere mit dem auf dem Festlande.[728]

Während für Schmidt und Berndt die Studien zur Physik der freien Atmosphäre nur zeitweise von besonderem Interesse waren bzw. eine Ergänzung ihres zentralen Untersuchungsgebietes darstellten, wurden sie für Wigand zu einem Hauptforschungsgebiet.[729] Den Startpunkt bildete auch für ihn die Analyse der Luftelektrizität. Wie zahlreiche andere Astronomen und Physiker sah er 1910 bei dem Durchgang des Halleyschen Kometen vor der Sonne eine günstige Gelegenheit, um zu beobachten, ob sich verschiedene erdmagnetische und luftelektrische Größen verändern, speziell wenn die Erde den Kometenschweif berühren bzw. durchqueren würde. Aus diesen Messwerten erhofften sich die Wissenschaftler zugleich neue Einsichten in die Natur der Kometenschweife und eine experimentelle Bestätigung bzw. Widerlegung einiger konkurrierender Theorien.[730] Nachdem er 1910 nur die eigenen Beobachtungsergebnisse angegeben und die Messmethoden diskutiert hatte, wertete er 1917 in *Die Ionisierung der Erdatmosphäre durch den Halleyschen Kometen 1910* die an 17 Orten gewonnenen Beobachtungen aus. In der Mehrzahl war eine Erhöhung der Ionisierung registriert worden und in drei Fällen eine Zunahme der «durchdringenden Strahlung» (kosmische Höhenstrahlung). Letzteres sah er als eine mögliche Ursache für die verstärkte Ionisierung an und erörterte einige Hypothesen zu den Entstehungsgebieten der «durchdringenden Strahlung».[731]

Noch im Sommer 1910 erwuchs aus diesen Forschungen ein umfassendes Programm mit mehreren meteorologischen und aerophysikalischen Aufgaben, wie zum Beispiel in Abhängigkeit von der Höhe die Veränderungen der Luftzusammensetzung und der Anzahl der Kondensati-

[728] Berndt 1915

[729] Einen detailreichen Überblick über diese Forschungen bis hin zu den später besprochenen Arbeiten Hoffmanns zur Höhenstrahlung bietet [Hergert 1993].

[730] Wigand 1910

[731] Wigand 1917a

onskerne festzustellen.[732] Letzteres sollte mit der Bestimmung einiger meteorologischer Grundgrößen in die Formulierung eines Gesetzes zur vertikalen Verteilung der Kondensationskerne einmünden und war für die Wolkenbildung wie für die Wirkung der die Luft durchdringenden Strahlung, also der Höhenstrahlung, von Bedeutung. Im Herbst 1912 kam es zu der bereits erwähnten Erweiterung des Programms um Probleme der drahtlosen Telegraphie und der Beteiligung an zahlreichen Ballonfahrten bis in Höhen von 9000 m. Nach dem Krieg setzte Wigand die Forschungen mit großem Engagement fort, holte die bisher liegen gebliebene Auswertung früherer Ballonfahrten nach und nutzte nun zunehmend das Flugzeug für seine Untersuchungen.

Aus der Fülle der erzielten Ergebnisse sind aus physikalischer Sicht jene zur UV-Strahlung und zur kosmischen Höhenstrahlung hervorzuheben, da sie zwei wichtige Gebiete der künftigen physikalischen Forschung in Halle berühren, die zugleich zentrale Themen der Physik im Allgemeinen werden sollten. 1913 maß Wigand erstmals in 9000 m Höhe die UV-Strahlung und das elektrische Potentialgefälle der Atmosphäre. Er stellte keine gesetzmäßige Veränderung des ultravioletten Spektrums mit zunehmender Höhe fest und lieferte wichtige quantitative Angaben für das Anwachsen der Strahlungsintensität im ultravioletten Bereich.[733] Die gleichzeitig beobachtete Zunahme der elektrischen Leitfähigkeit in großer Höhe schrieb er teilweise der größeren Beweglichkeit der Ionen auf Grund des verringerten Luftdrucks zu, nannte aber auch die erhöhte Intensität der durchdringenden Strahlung als mögliche Ursache.[734]

Nur kurze Zeit später folgerte Wigands Begleiter Werner Kolhörster (1887 – 1946), Assistent am Physikalischen Institut, der sich bei den Ballonaufstiegen auf die Messung der durchdringenden Strahlung konzentriert hatte, aus seinen Messungen:

> «Die Diskussion der vorliegenden Verhältnisse führt unter bestimmten Voraussetzungen auf eine Strahlung von außerordentlich hohem Durchdringungsvermögen, deren Intensität an der Erdoberfläche sehr gering ist. Es läßt sich zeigen, daß unter einfachen Bedingungen [...] der beobachtete Wert der Intensität mit dem berechneten übereinstimmt.»[735]

[732] Vgl. Abschnitt 7.2, S. 262.
[733] Wigand 1913
[734] Wigand 1914b
[735] Kolhörster/Wigand/Stoye 1914, S. 73

Damit bestätigte Kolhörster erstmals die 1912 von Victor F. Hess (1883 – 1964) aus eigenen Messungen gefolgerte Existenz der kosmischen Höhenstrahlung und unterstrich das im Vergleich zur Gamma-Strahlung signifikant größere Durchdringungsvermögen. Die Hallenser Ergebnisse erhielten ein besonderes Gewicht, da sie die Vorstellungen von Hess auch für wesentlich größere Höhen mit entsprechenden Daten untermauerten. Sie stellten einen wichtigen Beitrag zur Erforschung der Höhenstrahlung dar.

Die Physiker um Wigand erreichten damit eine Spitzenstellung bei der Erforschung dieser speziellen astrophysikalischen Thematik. Der Beginn des Ersten Weltkriegs verhinderte die Fortsetzung dieser erfolgreichen Forschungen und danach gelang es nicht, an das alte Niveau anzuknüpfen. Die weitere Aufklärung der kosmischen Höhenstrahlung erforderte neue experimentelle und theoretische Mittel und war unter anderem eng mit den Fortschritten in der Quantenmechanik und Kernphysik am Ende der 20er und Anfang der 30er Jahre des 20. Jahrhunderts verbunden. Es dauerte bis 1929, ehe Walter Bothe (1891 – 1957) und W. Kolhörster nachweisen konnten, dass diese Strahlung keine Gamma-Strahlung, sondern ein Strom geladener Teilchen ist. Weitere drei Jahre später legte Heisenberg seine erste sorgfältige Analyse der Höhenstrahlung vor, der dann weitere von ihm und anderen führenden Theoretikern folgten. Obwohl die Hallenser Physiker mit ihren experimentellen Ergebnissen wertvolle Voraussetzungen für die Aufklärung des Wesens der kosmischen Höhenstrahlung schufen, muss jedoch realistisch eingeschätzt werden, dass das Hallenser Physikalische Institut zum damaligen Zeitpunkt wohl nicht das wissenschaftliche Potential besaß, um über einen längeren Zeitraum eine führende Position bei diesen Forschungen einzunehmen. Dies wird vor allem dadurch nahegelegt, dass Wigand nach Kriegsende nicht versuchte, die Untersuchungen von Kolhörster in seine Studien zu integrieren, und die Bedeutung dieser Ergebnisse vermutlich unterschätzt hat.

Wigand widmete sich weiterhin der elektrischen Leitfähigkeit in der freien Atmosphäre, sah die grundlegende Aufgabe darin, aufzuklären, wie das elektrostatische Erdfeld gebildet und aufrechterhalten wird und wie die Gewitterelektrizität entsteht. Sein Hauptaugenmerk richtete sich dabei auf die Ermittlung weiterer genauer Beobachtungsdaten, da die diesbezügliche Basis noch nicht für eine theoretische Bearbeitung des

Problems ausreichte. Große Aufmerksamkeit schenkte er der Verbesserung der Messverfahren bzw. Messgeräte und deren Anpassung an die besonderen Bedingungen einer Nutzung in Flugzeugen.[736] Die bei den einzelnen Messungen vorherrschenden meteorologischen Bedingungen bemühte er sich exakt zu erfassen, um auch hier mögliche Einflüsse erkennen zu können, ob also «im Zusammenhang mit der meteorologischen Schichtung der Atmosphäre oder unabhängig davon Quellen und Senken des Vertikalstromes auftreten, was sich aus seiner Änderung mit der Höhe erschließen läßt.»[737] Insbesondere nach dem Krieg nahmen Aspekte der Luftfahrt mit Motorflugzeugen einen wachsenden Anteil an seinen Arbeiten ein. Er erkannte die mit dem Einsatz von Flugzeugen entstehenden völlig neuen bzw. verbesserten Möglichkeiten für aerophysikalische Untersuchungen, doch galt es zunächst einige, durch die Besonderheiten des Flugzeugs bedingte Schwierigkeiten zu überwinden und einwandfreie Beobachtungs- und Registriermethoden auszubilden.[738]

Nur summarisch sei noch auf eine Reihe von Arbeiten Wigands zu einigen optischen Phänomenen und Eigenschaften der Atmosphäre verwiesen, wie zu Fragen der Sichtmessung, zur Beobachtung der neutralen Polarisationspunkte aus großer Höhe oder zum Sonnenhalo von 22° Radius, die oft keine direkte Verbindung zu den erörterten Themen hatten und das Bild der Forschungen zur Meteorologie und Physik der Atmosphäre abrunden.[739]

All die skizzierten Arbeiten hatten in erster Linie experimentellen Charakter und dienten als Voraussetzung für neue Erkenntnisse. Durch eine Verbesserung der Datenbasis sollten die teilweise nur groben Vorstellungen von den einzelnen Erscheinungen präzisiert und die Grundlagen für erste theoretische Ansätze geschaffen werden. Die formelmäßige Erfassung einzelner funktionaler Zusammenhänge zwischen verschiedenen physikalischen Größen bildete einen ersten Schritt zu einer mathematischen Formulierung der Phänomene.

[736] Everling/Wigand 1921; Wigand 1921a; Wigand 1921c; Wigand 1919a

[737] Everling/Wigand 1921, S. 262. Der Vertikalstrom wird von den Autoren als Produkt von Leitfähigkeit und Spannungsgefälle definiert.

[738] Wigand 1926; Wigand 1921d; Wigand/Wienecke 1921

[739] Wigand 1917b; Wigand 1919c; Wigand 1922; Wigand/Schwab 1912

7.4 Atomphysik

Nachdem im Verlauf des 19. Jahrhunderts erste konkretere Vorstellungen über den Aufbau der Materie, jedoch ohne Erkenntnisse zum inneren Aufbau oder zur Struktur der Atome gefunden worden waren, leiteten neue Entdeckungen in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts, speziell im letzten Jahrzehnt, den Weg zu neuen Einsichten über den Aufbau der Atome und zu einem Bruch mit den klassischen Vorstellungen ein. Eine zentrale Rolle spielte dabei die Gasentladungs- und Strahlungsphysik, die auch am Hallenser Physikalischen Institut reges Interesse fand. Unter Einbeziehung der neueren und neusten Vorstellungen zum Atombau sowie der Quantentheorie bildeten die Studien zur Gasentladungs- und Strahlungsphysik eine im gesamten Untersuchungszeitraum gepflegte Forschungstradition der Hallenser Physiker. Eine weitere, mit größeren Unterbrechungen, aber sehr erfolgreich in Halle bearbeitete Aufgabe war es, das Wesen der kosmischen Höhenstrahlung und der in ihr beobachteten Phänomene aufzuklären.

7.4.1 Gasentladungs- und Strahlungsphysik

Die Gasentladungs- und Strahlungsphysik gehörte in den Jahrzehnten um die Wende zum 20. Jahrhundert zu den wichtigsten Forschungsgebieten der Physik. Durch mehrere Entdeckungen sowie die daraus resultierenden zahlreichen neuen Problemstellungen weckte sie immer wieder das Interesse der Gelehrten. Im Blickpunkt stand zunächst, die Natur der seit den 1850er Jahren bekannten Kathodenstrahlen aufzuklären. Mit dem Nachweisen, dass diese Strahlen zu ihrer Ausbreitung keines materiellen Mediums bedurften und negative Ladungen transportierten, erreichten Philipp Lenard (1862 – 1947) 1893 und Jean Baptiste Perrin (1870 – 1942) 1895 erste wichtige Einsichten. 1897 schätzte W. Wien für die Teilchen dieser Strahlen die Masse als sehr klein und die Geschwindigkeit mit etwa 10^8 m/s ab. J. J. Thomson, der im gleichen Jahr die Ergebnisse durch seine unabhängigen Untersuchungen bestätigte, berechnete noch deren spezifische Ladung, woraus mit der Entdeckung des Zeemann-Effekts die Übereinstimmung der Kathodenstrahlteilchen mit den negativen Atombestandteilen gefolgert werden konnte. Zugleich

wurde erstmals die heute übliche Bezeichnung «Elektron» für diese Teilchen benutzt.

Abbildung 7.3
Ernst Dorn, Ordinarius für Physik in Halle 1886 – 1895, Ordinarius für Experimentalphysik 1895 – 1916

Mit der Entdeckung der Röntgenstrahlen 1895 und der Radioaktivität[740] 1896 gingen zwei weitere wichtige Entdeckungen aus den Untersuchungen zu Kathodenstrahlen hervor. Den Entstehungsprozess dieser Strahlung aufzuklären und deren Eigenschaften zu bestimmen, bildeten zentrale Probleme der physikalischen Forschung, an deren Lösung sich die Hallenser Physiker in der Person von Dorn intensiv beteiligten und wichtige Ergebnisse beisteuerten. Bereits wenige Wochen, nachdem Röntgen erstmals über die neuen, schon bald nach ihm benannten *X*-Strahlen publiziert hatte, berichtete Dorn als erste Versuchsergebnisse, «dass Röntgenstrahlen negativ geladene Körper zu entladen vermögen» und «ganz oder zum grössten Teil transversal sind».[741] Er hatte die Strahlen als ein elektrisches Phänomen im weitesten Sinne betrachtet und ihre entladende Wirkung sowie die fehlende Ablenkung

[740] Henri Antoine Becquerel (1852 – 1908) entdeckte die Radioaktivität zufällig bei der Suche nach einem vermuteten Zusammenhang zwischen Röntgenstrahlung und Fluoreszenz.

[741] Dorn 1896a, S. 55, 59

im Magnetfeld mit dem Verhalten von Lichtstrahlen verglichen. Danach analysierte er die Sichtbarkeit der Röntgenstrahlen und wies 1897 durch genaue Messung deren Wärmewirkung nach.[742] Drei Jahre später entdeckte er, dass sich unter den von den Röntgenstrahlen erzeugten Sekundärstrahlen auch solche befanden, die sich wie Kathodenstrahlen verhielten, was er experimentell hinsichtlich des Absorptionsverhaltens und der Ablenkung im Magnetfeld nachwies.[743] Dorns Arbeiten waren nach eigenen Angaben unabhängig von Pierre Curie (1859 – 1906) und Georges Sagnac (1869 – 1928) in Paris erfolgt. Sagnac hatte umfangreiche Studien zu den Sekundärstrahlen durchgeführt, verwies aber bezüglich deren Ablenkung im Magnetfeld auf Dorn.[744]

Eng verknüpft mit Dorns Forschungen zu den Röntgenstrahlen war dessen intensive Beschäftigung mit der Radioaktivität sowie mit Kanalstrahlen. In beiden Fällen zeigte sich wieder, dass Dorn sehr rasch auf neue Entwicklungen reagierte und sich in die weiteren Forschungen einbrachte. Nachdem J. Stark 1905 den Doppler-Effekt bei Kanalstrahlen entdeckt hatte, wiederholte Dorn das entsprechende Experiment und publizierte zwei Jahre später seine Ergebnisse über den Doppler-Effekt für Kanalstrahlen in verschiedenen Edelgasen.[745]

Umfangreicher waren seine Versuche zur Radioaktivität. Unmittelbar nachdem Ernest Rutherford (1871 – 1937) und Frederick Soddy (1877 – 1956), im Bemühen, die Quelle der Radioaktivität aufzuklären, die sogenannte Thoriumemanation entdeckt hatten, konnte Dorn eine solche Emanation für das Radium nachweisen und hat in den folgenden Jahren versucht, deren wichtigste Eigenschaften festzustellen. Dabei erkannte er unter anderem im Jahre 1900 wohl als erster, dass Teile der radioaktiven Strahlung im elektrischen Feld wie Kathodenstrahlen abgelenkt werden.[746] 1903 beobachtete er an einer in eine Glasröhre eingeschmolzenen Radiumbromidprobe Selbstaufladungseffekte von Beta-Strahlern, die unabhängig auch von Marie Curie (1867 – 1934) bemerkt wurden.[747] In diesen Untersuchungskomplex gehörten auch die

[742] Brandes/Dorn 1897; Dorn 1897; Dorn 1898a; Dorn 1898b
[743] Dorn 1901a; Dorn 1912
[744] Curie/Sagnac 1900, S. 1016
[745] Dorn 1907
[746] Dorn 1900; Dorn 1901b
[747] Dorn 1903a

Bestimmung der Radioaktivität von verschiedenen Quellwässern und deren physiologischer Wirkung, sowie der entwicklungshemmenden und keimtötenden Wirkung der radioaktiven Strahlung. Zur Anwendung dieser Eigenschaften äußerte er sich nicht. Schließlich diskutierte er die Idee, um die durch elektrostatische Einflüsse hervorgerufenen Messfehler bei Wägungen zu beseitigen, unter der Waage eine radioaktive Substanz anzubringen. Die dadurch entstehende Ionisation der Luft sollte die elektrostatischen Ladungen zerstreuen. Zugleich ergaben sich aber beträchtliche Nebenwirkungen, so dass er keine klare Aussage zur Realisierbarkeit dieser Idee machte. [748]

All diese Untersuchungen Dorns zu den verschiedenen Strahlen waren in erster Linie experimentell orientiert, beinhalteten aber häufig eine nicht zu unterschätzende theoretische Komponente. Diese letztere konnte in Ansätzen zur Erklärung der jeweiligen Ergebnisse und Folgerungen zum Wesen dieser Strahlen bestehen, aber auch die Berechnung der zu erwartenden Ablenkung im elektrischen bzw. im Magnetfeld umfassen. Dorn zeigte sich hier als Experimentalphysiker, der zuerst um eine möglichst umfassende und genaue quantitative Erfassung der einzelnen Erscheinungen und Vorgänge bemüht war, auf hinreichend breiter Basis theoretische Überlegungen aber nicht ausschloss.

Gleichzeitig mit Dorn führte auch sein Kollege Schmidt Untersuchungen zur Strahlungsphysik durch, so dass dieses aktuelle Forschungsgebiet sehr gut in Halle vertreten war. 1898 stellte Schmidt in der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle in seinem Vortrag dann die Ablenkung der Kathodenstrahlen durch elektrische Kräfte als eine «neue Form» der Ablenkung vor und fasste diese mit den bereits bekannten Einwirkungen durch magnetische bzw. elektrostatische Kräfte in folgendem Grundgesetz zusammen:

«Jede durch magnetische oder elektrische Kräfte hervorgerufene Zustandsänderung in einem Felde ändert den Gang der das Feld durchlaufenden Kathodenstrahlen.»[749] Er offenbarte dabei eine enge Verflechtung von experimentellen Arbeiten und theoretischen Überlegungen, die auch sein späteres Werk charakterisierten. Vor der Beschäftigung mit den Kathodenstrahlen hatte er sich bereits mit den Röntgenstrahlen sowie einigen Grundlagen der Elektrodynamik beschäftigt und den Stand der

[748] Dorn/Wallstabe 1904; Dorn/Baumann/Valentiner 1905; Dorn 1903b; Dorn 1905b
[749] Schmidt 1896b, S. 173

Theorie in mehreren kurzen Übersichtsartikeln für einen größeren Kreis von Fachkollegen dargestellt.[750] Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle angemerkt, dass Schmidt sich 1893/94 eingehend mit Fragen der elliptischen Polarisation im reflektierten Licht auseinandergesetzt und dabei einen längeren Meinungsstreit mit Paul Drude (1863 – 1906) geführt hat.[751] Überblickt man Schmidts Arbeiten in jenen Jahren, so zeigte er sich in seinen Forschungen noch als Suchender, der aber dann sehr bald aus den verschiedenen Themen die Schwerpunkte seiner künftigen Studien gefunden hatte und sich dann vorrangig den elektromagnetischen Schwingungen und Problemen der drahtlosen Telegraphie zuwandte. (Vgl. Abschnitt 7.2)

Schmidt kehrte jedoch später, möglicherweise angeregt durch die jüngsten Fortschritte auf diesem Gebiet, zum Studium der Röntgenstrahlen zurück. Inzwischen hatten Max von Laue, Walter Friedrich (1883 – 1968) und Paul Knipping (1883 – 1935) 1912 in dem Bemühen, das Wesen der Röntgenstrahlen aufzudecken, deren Beugung an einem Kristallgitter nachgewiesen und Debye und Paul Scherrer (1890 – 1969) entdeckten 1915 ein Verfahren, um Interferenzerscheinungen auch bei unregelmäßig angeordneten Kristallen analysieren zu können. Weiterhin hatte Debye eine Theorie der Zerstreuung der Röntgenstrahlen aufgestellt, von der sich Schmidt nun bei der Beugung von Röntgenstrahlen in Metallschichten leiten ließ. Er untersuchte die Interferenzerscheinungen an mehreren Metallen, erhielt aber nur in einigen Fällen, bei Aluminium, Silber und Kupfer, die erwarteten Interferenzbilder. Es musste weiteren Versuchen mit klareren quantitativen Angaben, auch für Metalle wie Natrium, Eisen, Nickel und Blei, vorbehalten bleiben, die sich andeutende Bestätigung der Debye'schen Theorie zu liefern. Wie manch anderer Zeitgenosse sah Schmidt in diesen Studien zu Röntgenstrahlen einen Weg, um neue Einsichten in die Struktur der Metalle zu erhalten, die für die Technik von besonderem Interesse seien.[752] Es muss offen bleiben, ob Schmidt seine Forschungen dazu fortgesetzt hat, da nach dieser Publikation aus dem Jahre 1916 keine

[750] Schmidt 1896a; Schmidt 1895; Schmidt 1893b; Schmidt 1892a
[751] Schmidt 1894a; Schmidt 1894b; Drude 1894; Drude 1895
[752] Schmidt 1916

weitere ermittelt werden konnte.[753] In einem Würdigungsartikel zu Schmidts 70. Geburtstag wurden zum Kontext der Strahlungsphysik noch Untersuchungen erwähnt, die Röntgentechnik zur Materialprüfung bzw. die «Lichtelektrizität für technische Zwecke» anzuwenden.[754]

Wie Dorn hat Schmidt sich in diesem Zusammenhang auch mit der radioaktiven Strahlung beschäftigt. 1909 berichtete er vor der Naturforschenden Gesellschaft über die Sekundärstrahlung des Radiums, die bei dem Auftreffen der radioaktiven Strahlung auf eine scharfe Kante ausgelöst wird. Er wies die Gamma-Strahlen als alleinige Ursache nach und ermittelte einige Eigenschaften dieser Sekundärstrahlen, wie deren Ablenkung in einem Magnetfeld bzw. beim Durchdringen von verschiedenen Materialien, die geradlinige Ausbreitung im Vakuum, die Erzeugung von photographisch wirksamen Tertiärstrahlen und die Dispersion der Strahlen in Luft. In den folgenden Jahren ließ er diese Ergebnisse durch zahlreiche Versuche seiner Schüler bestätigen.[755]

Nach dem Ersten Weltkrieg setzten Dorns Nachfolger Mie und vor allem dessen Assistent Herweg die Forschungen zur Strahlungsphysik in Halle fort. Herweg hatte bereits in seiner Dissertation 1905 in Würzburg die Ionisation durch Röntgen-und Kathodenstrahlen behandelt und sich in den folgenden Jahren bemüht, die Eigenschaften dieser Strahlen aufzuklären. Besonders intensiv hatte er die mit den Röntgenstrahlen verknüpften Erscheinungen untersucht, unter anderem die Polarisation der Röntgenstrahlen, deren Beugungserscheinungen am Gips und deren Spektrum, speziell das Auftreten von Linien in demselben.[756] Zu letzterem konstruierte er eigens einen Spektrographen, der es gestattete, verschiedene Ordnungen des Spektrums gleichzeitig zu photographieren, und bestätigte mit dieser photographischen Methode die von William Henry Bragg (1862 – 1942) und dessen Sohn William Lawrence (1890 – 1971) kurz zuvor gefundenen Ergebnisse (vgl. Abschnitt 9.1, S. 347). Außerdem studierte Herweg die von Röntgenstrahlen

[753] Das im Allgemeinen zuverlässige Nachschlagewerk [Poggendorff 1863] verzeichnet keine Publikation von Schmidt für die Nachkriegszeit. Letzteres bedeutet aber nur, dass keine der möglicherweise existierenden Publikationen als den exakten Naturwissenschaften zugehörig angesehen wurde. [Poggendorff 1863], Bd. VI, S. 2342 und [Poggendorff 1863], Bd. VIIa, Teil 4, S. 165

[754] Zöllich 1932, S. 394 f.

[755] Schmidt 1909a; Schmidt 1914

[756] Herweg 1909; Herweg 1913a; Herweg 1913b

ausgelösten sekundären Kathodenstrahlen.[757] Die Auswertung mehrerer Versuche konnte er erst nach seinem Kriegsdienst und seinem Wechsel von Greifswald nach Halle vornehmen. In einer gemeinsamen Arbeit mit Mie bestimmte er die Zahl der Elektronen, die von schwachen Röntgenstrahlen aus einer Metallscheibe gelöst wurden. Die beiden Physiker korrigierten dabei ein von anderer Seite vorgelegtes Ergebnis und bestätigten, dass auch bei sehr geringer Intensität der Röntgenstrahlen diese Vorgänge mit den Vorstellungen der Quantentheorie im Einklang waren.[758] Obwohl hauptsächlich experimentell orientiert, enthielten Herwegs Arbeiten an einigen Stellen auch theoretische Darlegungen. In seiner Hallenser Zeit wandte er sich aber verstärkt einem Problem der elektrischen Eigenschaften flüssiger Stoffe zu. Hinsichtlich der Strahlenphysik wäre nur noch ein von ihm entwickeltes Verfahren zur Messung kleiner Kapazitätsänderungen in der Größenordnung 10^{-6} zu erwähnen.[759]

Mie, dessen Hauptinteresse der Theorie der Materie in Verbindung mit der Relativitätstheorie galt (vgl. Abschnitt 7.7), widmete in seiner Hallenser Zeit noch drei weitere Arbeiten der Strahlungsphysik. Anknüpfend an neuere experimentelle Daten von W. Wien unterzog Mie 1921 den «rätselhaften Elementarprozess der Lichtemission der Atome» einer genaueren Analyse. Für die von Wien aus den Messergebnissen gefolgerte exponentielle Abnahme der Helligkeit eines Kanalstrahls wies er auf eine Diskrepanz mit den Bohr'schen «Vorstellungen über Elektronenbewegungen und Lichtemission» im Atom hin, behandelte den Übergang des angeregten Atoms in einen strahlungsfreien stationären Zustand unter modifizierten Annahmen und diskutierte die von Wien ermittelten Helligkeitskurven.[760] Drei Jahre später, 1924, ersetzte er die Vorstellung vom allmählichen Abklingen der Lichtemission durch die von mehreren Kollegen bevorzugte Annahme einer fast momentan erfolgenden Emission und zeigte, dass Wiens Kurven im wesentlichen die «Abklingungszeit», d. h. die Zeitdauer des Emissionsprozesses, widerspiegelten. Bei diesen Betrachtungen leitete Mie einen Zusammenhang zwischen der Verweilzeit, d. h. der Zeit zwischen

[757] Herweg 1910
[758] Herweg/Mie 1922
[759] Herweg 1919
[760] Mie 1921b

dem Zeitpunkt der Anregung des Atoms und dem Emissionsbeginn, und einer von Einstein eingeführten Größe her, die den Übergang der Atome von einem Zustand n in einen Zustand m mit niedrigerer Energie charakterisierte. Jedoch differierte sein Resultat im Proportionalitätsfaktor von der Formel, die die mit der Relativitätstheorie im Einklang stehende Quantentheorie, Mie sprach von «extremer Quantentheorie», lieferte.[761] Schließlich berichtete Mie über einige Versuche mit Röntgenstrahlen, um bei ihnen theoretisch vorausgesagte echte optische Resonanzerscheinungen nachzuweisen.[762] Diese Resonanz war durch die Kohärenz der erregenden und erregten Schwingung, die eine gesetzmäßige Phasendifferenz auswiesen, charakterisiert und dadurch klar von der Fluoreszenz unterschieden.

Bei mehreren der hier besprochenen Forschungen zur Strahlungsphysik war bereits deren enge Verknüpfung mit den Vorstellungen zum Atombau und zur Quantenhypothese hervorgetreten. In besonderem Maße gilt dies für die Untersuchungen von G. Hertz, Mies Nachfolger in Halle. Gemeinsam mit J. Franck hatte er ab 1912, um die von John Townsend (1868 – 1957) aufgestellte Theorie der Stoßionisation zu überprüfen, Zusammenstöße von Elektronen und Gasmolekülen untersucht und festgestellt, dass nur bei bestimmten Energiewerten unelastische Stöße auftraten, bei denen die Elektronen ihre Bewegungsenergie fast vollständig an das Atom abgaben.[763] Infolge der Energieaufnahme kam es dann zur Emission von Licht mit entsprechender Frequenz. Dieses zunächst nur als Bestätigung der Planck'schen Quantenhypothese angesehene Ergebnis war eine erste wichtige experimentelle Bestätigung von Bohrs Atomtheorie, was die beiden Gelehrten um 1915 erkannten und nach dem Ersten Weltkrieg in mehreren Arbeiten klar formulierten.[764] 1926 wurden die Leistungen der beiden Forscher mit der Verleihung des Nobel-Preises für das Jahr 1925 gewürdigt.

In engem Kontakt bleibend, setzten beide die Forschungen zu Elektronenstößen fort und Hertz drang durch eine wiederholte Verfeinerung der Experimentiertechnik und eine gründliche Suche nach möglichen Störfaktoren zu weiteren tief liegenden Ergebnissen vor und eröffnete

[761] Mie 1924
[762] Mie 1923b
[763] Franck/Hertz 1913a; Franck/Hertz 1913b; Franck/Hertz 1913c; Franck/Hertz 1914
[764] Hertz 1979, S. 58 f.; Franck/Hertz 1919; Hertz 1923

Abbildung 7.4
James Franck, Ordinarius für Experimentalphysik in Göttingen 1920 – 1934

neue fruchtbare Fragestellungen. So gelang es ihm mit seinen Mitarbeitern unter anderem, durch eine Verbesserung der Messapparatur die Anregungs- und Ionisierungsenergien separat zu bestimmen und durch Elektronenstoß höhere Serienlinien im Spektrum verschiedener Substanzen anzuregen.[765] Außerdem erkannte er, dass die Bewegung langsamer Elektronen in einem elektrischen Feld als Diffusionsvorgang aufgefasst werden musste.[766]

Diese Studien setzte er in seiner Hallenser Zeit fort. Zusammen mit dem Assistenten Wolfgang Harries (1902 – ?) berechnete er die mittlere Zahl der Zusammenstöße, die bei einem solchen Diffusionsvorgang in einem Edelgas die zur Auffangplatte gelangenden Elektronen erfahren.[767] Sie behandelten zunächst den feldfreien Fall und bestimmten dann die gesuchte Größe unter der Annahme, dass der Energieverlust der Elektronen bei den Zusammenstößen zu vernachlässigen sei. Für diese mittlere

[765] Hertz/Kloppers 1925; Hertz 1924
[766] Hertz 1925
[767] Harries/Hertz 1928

Stoßzahl wiesen sie eine geringe Beeinflussung durch das elektrische Feld nach, doch wirkte der Einfluss stets vergrößernd, unabhängig ob die Diffusion in der Richtung des Feldes oder entgegengesetzt stattfand. Außerdem diskutierten sie, wie der Ramsauer-Effekt berücksichtigt werden kann. Der gemeinsame Artikel mit Harries blieb die einzige Arbeit, die Hertz während seiner Tätigkeit am Hallenser Physikalischen Institut zum Druck brachte. Mit seiner Analyse der Bewegung langsamer Elektronen zählt er heute zu den Wegbereitern der Plasmaphysik.

Nach dem Wechsel nach Berlin wandte sich Hertz wieder verstärkt den Verfahren zur Trennung von Gasgemischen, speziell von gasförmigen Isotopengemischen, zu. Bereits während seiner Tätigkeit in dem Laboratorium der Philips-Glühlampenfabrik in Eindhoven hatte er sich mit diesem Problemkreis beschäftigt, erste praktische Erfolge mit der Diffusionsmethode erzielt und eine mathematische Beschreibung des Vorgangs gegeben.[768] Unter Rückgriff auf die Diffusion durch eine poröse Wand ins Vakuum und durch mehrfache Wiederholung des einzelnen Diffusionsprozesses in Form einer von ihm ersonnenen Kaskadenanordnung gewann er 1932 erstmals spektralreine Neonisotope. Nach weiteren theoretischen Analysen kehrte er zwei Jahre später zur Methode der Diffusion in einem strömenden Gas zurück und entwickelte das heute bekannte Isotopentrennverfahren mittels Diffusionskaskaden.[769] Ein Jahrzehnt später war die technische Anwendung dieses Verfahrens von entscheidender Bedeutung für die Trennung der Uranisotope und damit für die Nutzung in der Kernspaltung.

In seinen Forschungen lieferte G. Hertz ein Musterbeispiel für die enger gewordenen Verflechtungen der theoretischen Physik mit der mathematischen Physik einerseits und der Experimentalphysik andererseits. Die theoretische Analyse einer Erscheinung bzw. der Versuchsanordnung bis hin zur Formulierung quantitativ erfassbarer Folgerungen lieferten ihm Hinweise für eine experimentelle Überprüfung der theoretischen Vorstellungen bzw. eine Verbesserung der Versuchsgestaltung und vielfach war nur auf diesem Weg eine neue gezielte Frage «an die Natur» möglich. Durch diese Grundhaltung hat er trotz der kurzen Wirkungszeit das Wechselverhältnis zwischen Mathematik und

[768] Hertz 1922
[769] Hertz 1932; Hertz 1934

Physik in Halle, insbesondere durch seine Vorlesungstätigkeit, positiv beeinflusst.[770]

Abbildung 7.5
Wilhelm Hanle, Privatdozent für Physik in Halle 1927 – 1929

Ganz in Sinne der Hertz'schen Grundhaltung arbeitete dessen Assistent Hanle, der sich in Halle vor allem auf die experimentellen Aspekte konzentrierte. Intensiv beschäftigte er sich mit der Intensitätsmessung von Spektrallinien. Er verwendete dabei den von Rudolf Seeliger (1886 – 1965) eingeführten Begriff der optischen Anregungsfunktion, die «die Lichtausbeute beim Elektronenstoß in Abhängigkeit von der Voltgeschwindigkeit der stoßenden Elektronen» darstellte.[771] Hanle kam es besonders darauf an, durch einfache Gestaltung der Versuchsbedingungen die verschiedenen, die Intensität der Spektrallinien beeinflussenden Faktoren zu isolieren und die jeweiligen Abhängigkeiten zu bestimmen. Außer mit der Elektronengeschwindigkeit variierte die Lichtausbeute mit der Stromdichte und dem Druck des zu untersuchenden Gases. Während die Studien zur genaueren Analyse der Abhängigkeit vom Gasdruck «aus äußeren Gründen nicht weitergeführt werden» konnten,

[770] Ausführlich werden Leben und Werk von G. Hertz gewürdigt in [Kuczera 1985] und [Hertz-Festschrift 1967].

[771] Hanle 1929c, S. 169. In einer früheren Arbeit [Hanle 1927a] hatte dieser mit Bezug auf Seeliger eine etwas abweichende Definition der Anregungsfunktion gegeben.

ermittelte Hanle die Anregungsfunktionen im Spektrum von Quecksilber, Helium und Neon.[772] Einen weiteren Gesichtspunkt bildete die Aufklärung von Polarisationserscheinungen bei den durch Elektronenstoß oder durch Bestrahlung mit Licht hervorgerufenen Lichtemissionen. Für diese fehlte bisher eine befriedigende theoretische Erklärung, teilweise standen Theorie und Versuchsergebnisse im klaren Gegensatz zueinander. Die von Hanle für Natrium, Neon und Quecksilber durchgeführten Untersuchungen sollten die experimentelle Basis verbessern und zur kritischen Sichtung des vorliegenden, teils in sich widersprüchlichen Materials beitragen, um in einer späteren Phase zu einer theoretischen Deutung vordringen zu können.[773] Mit diesen Arbeiten setzte er seine in Göttingen begonnenen Studien zur Resonanzfluoreszenz unmittelbar fort und ließ an mehreren Stellen erkennen, dass er über den aktuellen Stand der theoretischen Beschreibung dieser Vorgänge mit Hilfe der Quantenmechanik genau informiert war.[774]

Etwa zeitgleich mit Hanles Arbeiten ließ Hertz seinen Schüler Pose eine experimentelle Überprüfung seiner Vorstellungen von der Bewegung langsamer Elektronen in Gasen unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes als Diffusionsvorgang vornehmen. In seiner Dissertation bestätigte Pose in zwei Versuchsreihen, je eine zur Diffusion im feldfreien Raum bzw. im elektrischen Feld, die korrekte Darstellung der langsamen Elektronenbewegung durch die Diffusionstheorie.[775] Im Rahmen der erreichbaren Messgenauigkeit stimmten die experimentell ermittelten und die theoretisch errechneten Werte für das Verhältnis zwischen den von der Ausgangsplatte zur gegenüberliegenden Platte wandernden Elektronen zu den zur Ausgangsplatte zurückkehrenden Elektronen überein. Pose wandte sich dann unter Hoffmann kernphysikalischen Studien zu. (Vgl. Abschnitt 7.4.3)

Fragen der Strahlungsphysik wurden Ende der 1930er Jahre wieder von Faessler aufgegriffen. Bereits in Freiburg hatte er sich unter von Hevesy der Analyse chemischer Bindungen mit Hilfe des durch Fluoreszenzstrahlung erzeugten Röntgenemissionsspektrums gewidmet und mit der Konstruktion einer «neuen lichtstarken Sekundärstrahlröhre»

[772] Hanle 1929a; Hanle 1929b; Hanle 1929d; Hanle 1930
[773] Hanle 1927b; Hanle/ Quarder 1929; Hanle/Richter 1929, vgl. auch [Hanle 1931].
[774] Hanle 1926
[775] Pose 1929

und der Entwicklung einer Methode zur Anwendung des Geiger'schen Spitzenzählers bei der Messung kleiner Röntgenintensitäten wichtige Beiträge zur Begründung der Röntgenfluoreszenzanalyse geleistet.[776] Die Leistungsfähigkeit der neuen Methode demonstrierte er nach einigen vorbereitenden Experimenten mit einer detaillierten Analyse der Bindungsverhältnisse des Schwefels in verschiedenen Substanzen. An einer Reihe von Schwefelverbindungen bekannter Konstitution stellte er zunächst die Abhängigkeit bestimmter Spektrallinien von der Wertigkeit des Schwefels fest und erkannte die Möglichkeit, feinere Unterschiede des Bindungszustandes aus dem Röntgenspektrum abzulesen. Bei Sulfiden wurde zum Beispiel die Lage der $K\alpha$-Linie des Schwefels bestimmt, abhängig «vom Gittertyp, von der polarisierenden Wirkung des Kations und von der Bindungsart».[777] Die gewonnenen Erkenntnisse ermöglichten dann Aussagen über die Bindungsverhältnisse des Schwefels in Substanzen unbekannter Konstitution. Obwohl noch zahlreiche Probleme ihrer Lösung harrten, war Faessler von der Überlegenheit der neuen Methode in der chemischen Konstitutionsforschung im Vergleich zur Verwendung von Absorptionsspektren überzeugt und hielt sie «auch zum Studium grundsätzlicher Fragen bezüglich der chemischen Bindung sowie des Problems des festen Körpers geeignet».[778] Die Untersuchungen zur Elektronenstruktur der Materie sind somit in jenen Anfangsjahren am Hallenser Physikalischen Institut durch neue Erkenntnisse und Ideen befördert worden. Nach dem Krieg hat Faessler diese Studien in Freiburg und München erfolgreich fortgeführt.

7.4.2 Kosmische Höhenstrahlung

Ein wichtiges Teilgebiet der Astrophysik ist das Studium der kosmischen Höhenstrahlung, das aufgrund der engen Bindung an die Atomphysik auch in diesem Rahmen behandelt werden soll. Hinsichtlich ihrer Zusammensetzung, ihrer Entstehung und ihrer Wirkungen hat diese Strahlung den Physikern eine Fülle von offenen Fragen präsentiert. Durch ihren Energiereichtum bot sie die Möglichkeit, neue atomare Prozesse zu beobachten, da Teilchen bzw. Strahlung mit so hohen

[776] Faessler 1931; Alexander/Faessler 1931; Pahl/Faessler 1936
[777] Faessler/Goehring 1943, S. 568
[778] Faessler 1944, S. 67

Energien zum damaligen Zeitpunkt nicht im Labor erzeugt werden konnten. Dies hatte zugleich die Konsequenz, dass es nicht möglich war, diese Prozesse künstlich zu reproduzieren, sie sich also nur durch eine sorgfältige Beobachtung sowie eine genaue und geschickte Auswertung derselben erkennen ließen. Durch Kolhörster waren die Hallenser Physiker um Schmidt und Wigand nahezu unmittelbar an der Entdeckung dieser Strahlung beteiligt gewesen, hatten sich aber nicht weiter deren Erforschung gewidmet. (Vgl. Abschnitt 7.3)

Erst mit der Berufung von Hoffmann wurden diese Forschungen neu belebt. Hoffmann hatte sich in Königsberg zunächst mit Fragen der Radioaktivität beschäftigt und in einer genauen Messtechnik einen Schlüssel zur Aufklärung der verschiedenen Strahlungseffekte gesehen. Mit der Konstruktion des nach ihm benannten Vakuum-Duantenelektrometers war ihm 1912 ein wesentlicher Fortschritt gelungen, da dieses Gerät sich durch eine hohe Empfindlichkeit auszeichnete und damit Präzisionsmessungen der radioaktiven Strahlung gestattete. Speziell konnte er die von einzelnen schweren Korpuskularstrahlen erzeugten Ionenmengen messen.[779] Hoffmann hat sein Elektrometer ständig verbessert – auch in der Hallenser Zeit trat er mit Neukonstruktionen hervor –, und die Messmethodik «bis an die Grenze des technisch Möglichen» entwickelt.[780]

Mit diesem ausgezeichneten Messinstrument wandte sich Hoffmann dann 1925 der Erforschung der kosmischen Höhenstrahlung zu, die er in Halle intensiv fortsetzte. Er passte die Apparatur dem Verwendungszweck an, indem er den Ionisationseffekt der durchdringenden Strahlung durch die Verwendung einer größeren Gasfüllung mit hohem Druck vergrößerte und dadurch eine größere Messgenauigkeit erreichte.[781] Da grundlegende Einsichten über das Wesen der Strahlung noch fehlten, sah er in der gezielten Vermehrung des Datenmaterials einschließlich des kritischen Vergleichs mit den vorliegenden Werten den geeigneten Weg, um zu neuen Fortschritten zu kommen. Noch 1932 konstatierte er in seinem zusammenfassenden Bericht über die

[779] Hoffmann 1912a; Hoffmann 1912b; Hoffmann 1915
[780] Pose 1940, S. 513; Hoffmann/Pforte 1930; Hoffmann 1936
[781] Hoffmann 1926; Hoffmann 1927

«Ultrastrahlung»[782], dass dank einer in den letzten acht Jahren erheblich gewachsenen Arbeitsintensität «eine wesentliche Klärung des Problems» der Ultrastrahlung erreicht worden sei, «aber eine völlige Übereinstimmung der Forscher auf diesem Gebiete [...] nur in dem Punkte vorhanden sein [dürfte], daß weitere experimentelle Arbeit dringend erforderlich ist».[783] Es gebe einen großen Komplex von Fragen, die mit mehreren grundverschiedenen Methoden untersucht werden könnten, und die Kleinheit der zu analysierenden Effekte erfordere wegen der notwendigen großen Messgenauigkeit, die jeweilige Methode in besonderer Weise auszubauen. Als zentrale Aufgabe seines Berichts sah Hoffmann an, eine möglichste Vollständigkeit bei den Messergebnissen zu erreichen und einen umfassenden Materialvergleich vorzunehmen. Hinsichtlich der Theorie, in der er die wenigen fundierten Einsichten grob umriss, schätzte er «Berechnungen über das Verhalten sehr harter γ-Strahlen und sehr schneller Korpuskularstrahlen» als wichtiger für den weiteren Erkenntnisfortschritt ein als weitere Spekulationen über den Ursprung der Ultrastrahlung.[784]

Nachdem Hoffmann in Königsberg mit der Analyse der Hess'schen Strahlung in Bezug auf Absorption und Streuung durch verschiedene Stoffe begonnen und sie als Ultra-γ-Strahlung charakterisiert hatte, beteiligte er sich intensiv daran, die Frage der zeitlichen Schwankung der Höhenstrahlung zu klären. 1927 registrierte er auch erstmals plötzliche Ladungsübergänge von 10^6 bis 10^8 Ionenpaaren, die sogenannten «Hoffmann'schen Stöße». Die mit mehreren Mitarbeitern in Halle durchgeführten Langzeitbeobachtungen und die Berücksichtigung des bereits vorliegenden Materials führten ihn 1930 zu der Schlussfolgerung, die gemessene Schwankungsgröße der Ultrastrahlung als spezifische Struktureigenschaft zu deuten. Die Natur der Stöße blieb aber weiterhin offen. Hoffmann bemühte sich mit seinen Mitarbeitern ständig, die Genauigkeit der Messungen zu erhöhen und die bei dem jeweiligen Verfahren oder durch die Apparatur bedingten störenden Einflüsse zu ermitteln und auszuschalten. Die Erfahrung hatte gezeigt, «daß mit Verfeinerung der Meßmethode eine erhebliche Änderung der Ergebnisse

[782] Ultrastrahlung war neben Hess'sche Strahlung eine damals übliche Bezeichnung für die kosmische Höhenstrahlung.
[783] Hoffmann 1932a, S. 633
[784] Hoffmann 1932a, S. 655

verbunden ist, stets in der Richtung einer Abnahme der Schwankungen.»[785]

Dementsprechend bildete auch die Abhängigkeit der Ergebnisse von den Versuchsbedingungen wie Größe des Untersuchungsgefäßes, Druck des Füllgases usw. einen Gegenstand der Untersuchungen. Aus den zahlreichen Studien zu den Schwankungen der weichen bzw. harten Strahlung seien der starke Einfluss der meteorologischen Bedingungen auf erstere und der des Luftdrucks und der Sonnenstrahlung auf letztere erwähnt.[786] Beide Aspekte wurden von Hoffmanns Assistenten Messerschmidt Anfang der 30er Jahre im Detail behandelt. Im Rahmen dieser Forschungen entwickelte Messerschmidt eine neue, auf der Messung der Leitfähigkeit der Luft basierende Methode, um den Emanationsgehalt der Atmosphäre zu bestimmen und um dessen mögliche Einwirkung auf die Messungen der kosmischen Höhenstrahlung zu ermitteln.[787] Seine später durchgeführten Messungen zur Druckabhängigkeit der Restionisation in Druckkammern und die Suche nach «Hoffmann'schen Stößen» gehören ebenfalls zu diesem Themenkreis.[788] Im gleichen Jahr, 1936, zog er auch ein Resümee über die seit 1933 betriebenen Studien zu «Hoffmann'schen Stößen». Die sehr unterschiedlichen Versuchsbedingungen der einzelnen Autoren ließen jedoch keinen tiefer gehenden Vergleich zu. Messerschmidt analysierte die für verschiedene Materialien der Ionisationskammern aufgenommenen Stoßverteilungskurven, die deutliche Unterschiede aufwiesen. In einer kurzen theoretischen Betrachtung skizzierte er die gegenwärtigen, noch vagen Vorstellungen über die Entstehung der Stöße. Er unterschied noch zwischen Stoßprozessen und Schauerbildung und erwähnte speziell die Versuche, «bei der Stoßbildung ähnliche Prozesse wie bei der Schauerbildung anzunehmen», betonte aber, «daß ein Vergleich zwischen Stoß- und Schauerbildung nicht ohne weiteres möglich» sei, da die Gesamtenergie eines Stoßes viel größer als die eines Schauers ist.[789] Mit dem Hinweis auf die jüngst von Heisenberg vorgelegte Theorie, die völlig neue Gesichtspunkte für die

[785] Hoffmann 1931, S. 703
[786] Hoffmann 1931; Hoffmann/Lindholm 1928
[787] Messerschmidt 1932b; Messerschmidt 1932a; Messerschmidt 1933a
[788] Messerschmidt 1936a
[789] Messerschmidt 1936b, S. 55

Entstehung der Schauer und Stöße hervorgebrachte habe, beließ er es jedoch bei den wenigen Andeutungen.

Heisenberg hatte im Mai 1936 Fermis Theorie des Beta-Zerfalls auf die kosmische Strahlung angewandt und eine Erklärung der Schauerbildung abgeleitet. Messerschmidt ging jedoch weder darauf noch auf die nach der Entdeckung des Positrons (1932) diskutierten Deutungen der Schauerbildung als «Erzeugung» oder «Vernichtung» eines Elektron-Positron-Paares näher ein.

Abbildung 7.6
Wilhelm Messerschmidt, Privatdozent für Physik in Halle 1936, nach Kriegsende 1945 Leiter des Instituts für Experimentalphysik

Ergänzend sei noch vermerkt, dass Messerschmidt 1933 bei seinen Messungen zur Ultrastrahlung das Auftreten von Atomzertrümmerungen bei den Stoßprozessen feststellte. Nach weiteren Experimenten äußerte er die Überzeugung, dass derartige Stöße mit den von mehreren anderen Physikern beobachteten Schauern identisch seien und kündigte eine ausführliche Diskussion der Ergebnisse und eine Fortsetzung der Studien an.[790]

Die kosmische Strahlung und die durch sie ausgelösten Vorgänge waren in jenen Jahren interessante und ergiebige Forschungsobjekte

[790] Messerschmidt 1933b; Messerschmidt 1933c

für die Physiker. Sie hielten die Entdeckung neuer Teilchen parat und lieferten neue wichtige Anregungen für die Kernphysik. Wie schon bei der Entdeckung der kosmischen Strahlung waren die Hallenser Physiker auch in der ersten Phase aktiv an der Aufklärung dieser Strahlung beteiligt, bewegten sich also auf einem modernen, sehr aktuellen Gebiet. Mit ihren Experimenten generierten sie wichtiges, präzises Datenmaterial und schufen Voraussetzungen, um ältere Ergebnisse zu bewerten und einige theoretische Konzepte über das Wesen der Höhenstrahlung zu überprüfen. Neue beachtenswerte theoretische Ideen etwa zur Entstehung der Höhenstrahlung brachten sie nicht hervor. Zugleich waren die Interessen der Hallenser Physiker weiter gefasst und erstreckten sich, wie es die oben angedeuteten Beziehungen nahelegen, auch auf die Kernphysik. Diese kernphysikalischen Experimente sollen im Folgenden betrachtet werden.

7.4.3 Kernphysik

Die Kernphysik rückte nicht zuletzt nach der Entdeckung des Neutrons zu Beginn der 30er Jahre des 20. Jahrhunderts in das Zentrum der physikalischen Forschung. Die Anfänge der Kernphysik werden durch die Entdeckung der Radioaktivität und die Schaffung des Rutherford-Bohr'schen Atommodells markiert. Erst die Atommodelle ermöglichten eine bewusste Unterscheidung zwischen Erscheinungen und Eigenschaften, die in der Atomhülle bzw. im Atomkern ihre Ursache hatten, und somit die klare Definition der Kernphysik. Doch während die Physiker bei der Erforschung der Atomhülle und der von ihr ausgehenden Phänomene gute Fortschritte erzielten, blieben die Vorstellungen über den Atomkern sehr vage. Ein erster wichtiger Erfolg war die künstliche Umformung eines Atomkerns durch den Beschuss mit Alpha-Strahlen, die Rutherford 1919 durchführte. Dem waren die Aufklärung der Natur der Alpha-Strahlung und die Einführung des Begriffs «Isotop» vorausgegangen. Das folgende Jahrzehnt brachte in der Kernphysik keine spektakulären Fortschritte und war bestimmt durch weitere Versuche zur Kernumwandlung mittels Alpha- bzw. Beta-Strahlung, die Konstruktion neuer Nachweisinstrumente, wie des Massenspektrographen zur Isotopenbestimmung, und die Entdeckung der Kernisomerie.

Am Hallenser Physikalischen Institut wurden, wie oben angedeutet, kernphysikalische Untersuchungen durchgeführt. Im Sommer 1929 stellte Hoffmann mit seinem Assistenten Pose eine neue Methode zum Nachweis von Atomtrümmern vor. Dafür war es üblich, die dabei erzeugte Ionenmenge zu messen, und die beiden Gelehrten benutzten dazu das mit einer Ionisationskammer kombinierte Duantenelektrometer Hoffmanns, das sich bekanntlich durch eine hohe Empfindlichkeit auszeichnete. Hoffmanns Beitrag beschränkte sich im Wesentlichen auf die Schaffung geeigneter Messtechnik, die kernphysikalischen Experimente überließ er Pose.[791] Dieser nutze die neue Methode für eine eingehende Analyse der Zertrümmerbarkeit des Aluminiums mit von Polonium ausgehenden Alpha-Strahlen, die 1930 auch den Gegenstand seiner Habilitationsschrift bildete. Sein Ziel war es zunächst, die Ursachen für die bis dahin bestehenden Widersprüche in den Ergebnissen von Atomzertrümmerungsversuchen aufzuklären. Die sorgfältige Durchführung und Auswertung der Versuche führte ihn dazu, die bei diesen Kernumwandlungen entstehende *H*-Strahlung in drei Gruppen mit unterschiedlicher Reichweite einzuteilen. Die anschließende Aufklärung des Zusammenhangs zwischen der Primärenergie der Strahlung und der Zahl und Reichweite von Atomtrümmern ließ neue Schlüsse auf die Struktur und die Energieverhältnisse des Atomkerns zu. Zwei der Gruppen wurden nur von einer charakteristischen Primärenergie erzeugt und änderten sich nicht, wenn zusätzlich schnellere oder langsamere Alpha-Teilchen auftraten.

Gestützt auf neueste theoretische Vorstellungen von George Gamov (1904 – 1968) u. a. zur Quantentheorie des Atomkerns folgerte Pose daraus einen neuen Kernumwandlungsprozess, die sogenannte Resonanzeindringung. Er bestätigte damit die zuvor schon theoretisch diskutierte Möglichkeit des Auftretens von Resonanzeffekten zwischen den de Broglie'schen Wellen des Alpha-Teilchens und einer Kerneigenschwingung.[792] In weiteren Experimenten studierte er zum einen die Richtungsverteilung der drei *H*-Strahlgruppen, zum anderen zusätzlich die Atomtrümmer bei der Bestrahlung von Beryllium, Eisen und Kohlenstoff. Dank der hohen Empfindlichkeit seiner Messmethode konnte Pose bei letzterem einige bisher übersehene kleinere Effekte

[791] Hoffmann/Pose 1929; Hoffmann 1932b
[792] Pose 1930b

nachweisen, erreichte aber keine grundsätzliche Erklärung für die bestehenden Differenzen in den Messergebnissen der verschiedenen Experimentatoren.[793] Den Einfluss verschiedener Versuchsbedingungen im Detail aufzudecken und quantitativ zu erfassen, blieb weiterhin eine unumgängliche Voraussetzung für die Lösung dieses Problems. So stellte er fest, dass sich, insbesondere bei Aluminium, «jede Verwaschung der H-Strahlreichweiten durch die Versuchsbedingungen erklären» ließ.[794]

Poses Vorstellungen zur Resonanzeindringung stießen zunächst auf heftigen Widerspruch, da es mehreren Forschern nicht gelang, die Ergebnisse unter Verwendung einer anderen, üblichen Messmethode zu bestätigen. Pose führte deshalb Anfang der 1930er Jahre, teilweise mit dem von 1931 bis 1934 als Hoffmanns Assistent am Physikalischen Institut angestellten Kurt Diebner (1905 – 1964)[795] , eine umfangreiche Überprüfung seiner Ergebnisse durch und konnte diese verifizieren.[796] Die Anerkennung stellte sich aber erst ein, nachdem Bothe im Frühjahr 1934 den Effekt bei Magnesium beobachtet hatte. Es blieb jedoch ein erheblicher Klärungsbedarf, so dass Pose 1935 die für Aluminium und Stickstoff vorliegenden Messungen einer eingehenden Diskussion unterzog. Dabei konstatierte er: «Die Existenz von definierten Protonengruppen und Resonanzeindringungen ist durch die verschiedenen Messungen sichergestellt, doch zeigen die Einzelergebnisse noch erhebliche Abweichungen untereinander.»[797] Weiterhin harrten «bezüglich der Analyse des Protonenspektrums noch zahlreiche Probleme rein experimenteller Natur der Lösung». Als ein wesentliches Manko kritisierte er, dass eine Reihe von Versuchsanordnungen die Werte nicht mit der nötigen und der möglichen Genauigkeit lieferten.

> «Führt man dann doch mit einer derart mangelhaft arbeitenden Apparatur Messungen aus, wie das geschehen ist, so ist zu erwar-

[793] Pose 1930a

[794] Pose 1931, S. 584

[795] Nach einer Tätigkeit in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin wechselte Diebner 1934 in die Forschungsabteilung des Herreswaffenamtes und spielte dann unter anderem als Leiter des 1939 neu eingerichteten Referats Atomphysik und als Geschäftsführer des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Physik eine wichtige Rolle bei der Organisation und Durchführung kernphysikalischer Forschungen, speziell zur Kernspaltung. (Vgl. etwa Walker 2005.)

[796] Diebner/Pose 1932

[797] Pose 1935, S. 84

ten, daß ihre Ergebnisse ungenau oder gar falsch werden und zu unbegründeten Widersprüchen Anlaß geben.»[798]

Zuvor hatte Pose zusammen mit Diebner versucht, durch Streuexperimente von Alpha-Strahlung an Wasserstoffkernen weitere Einsichten in den Aufbau der Atomkerne zu erzielen. Indem sie sich auf die leichtesten Atomkerne beschränkten, hofften sie, die Wechselwirkungen besser übersehen zu können. Wiederum konnten sie eine dem Resonanzeffekt verwandte Erscheinung nachweisen und verglichen die erhaltenen Ergebnisse mit den Werten, die sich aus den quantenmechanischen Rechnungen zu den Wechselwirkungen von Alpha-Teilchen mit leichten Atomkernen ergaben, wobei sie sich explizit auf die Darlegungen von Guido Beck (1903 – 1988) bezogen.[799]

Abbildung 7.7
Heinz Pose, Privatdozent für Physik in Halle 1931 – 1938, nichtbeamteter außerordentlicher Professor 1938 – 1939, beamteter außerordentlicher Professor 1939 – 1945

Wie in der Auseinandersetzung um die Resonanzeindringung zeigte sich Pose mit dem aktuellen Stand der Theorie gut vertraut, ohne eigene theoretische Erörterung anzustellen. Er hat diese Studien nicht weiter vertieft, vermutlich da er nicht mit den ungleich besseren Bedingungen

[798] Pose 1935, S. 92
[799] Pose/Diebner 1934

in den USA konkurrieren konnte. Seine gute Sachkenntnis war auch durch die Mitarbeit am *Hand- und Jahrbuch der chemischen Physik* anerkannt worden. Im Jahr 1933 gab er darin einen Überblick über das Verhalten der Alpha-Strahlen beim Durchgang durch Materie.[800] Pose wandte sich dann Kernumwandlungen mit energiereicher Alpha-Strahlung zu. Die Durchführung derartiger Experimente brachte aber den störenden Nebeneffekt mit sich, dass die Präparate zugleich eine intensive Beta- und Gamma-Strahlung aussandten, die eine Messung der Kernumwandlungseffekte stark beeinträchtigen oder unmöglich machen konnte. Eingehend beschäftigte er sich mit der Vermeidung dieser Störungen. Er beschrieb mehrere Versuche, wie beim Einsatz des Duantenelektrometers die Gamma-Strahlung kompensiert werden konnte, und verglich dies mit den Möglichkeiten, die diesbezüglich bei der Verwendung eines Röhrenelektrometers bzw. eines Zählrohres bestanden. Jedes dieser Geräte besaß einen bestimmten Wirkungsbereich, innerhalb dessen es gut arbeitete. Das Duantenelektrometer war im Vergleich mit den beiden anderen Geräten schwerfälliger,

> «seine Sicherheit und die Möglichkeit der langdauernden Messung kleiner Effekte [machten] es zu quantitativen Versuchen besonders geeignet.»[801]

In den folgenden Jahren setzte Pose seine kernphysikalischen Studien fort, bearbeitete aber ab Herbst 1937 mehrere Sonderaufgaben des Heereswaffenamtes und wurde dazu nach einem kurzen Militärdienst ab 1. Februar 1940 an das Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik in Berlin-Dahlem bzw. Ende 1942 an die Physikalisch-Technische Reichsanstalt versetzt. (Vgl. Abschnitt 4.5, S. 154) Die wenigen Publikationen aus jener Zeit belegen seine Beteiligung an den Untersuchungen zur Kernspaltung, jedoch begleitete Pose dabei keine herausgehobene Position. 1942 wies er zusammen mit Werner Maurer (1906 – 1989) die durch die spontane Spaltung des Urankerns entstehenden «Spaltneutronen» nach und anschließend den gleichen Effekt beim Thorium, der dort aber wesentlich schwächer auftrat.[802] Damit bejahten sie die Frage, ob der Prozess der Kernspaltung auch spontan, ohne äußere Ursache vorkomme.

[800] Pose 1933
[801] Pose 1936, S. 407
[802] Maurer/Pose 1943; Pose 1943

Insgesamt bewegten sich die Hallenser Physiker bei ihren Forschungen zur Kernphysik auf dem aktuellen Niveau. Entsprechend der ihnen zur Verfügung stehenden Ressourcen und Geräte trugen sie mit Detailuntersuchungen zum weiteren Erkenntnisfortschritt auf diesem Gebiet bei. Ihre Experimente waren eng mit den jeweiligen theoretischen Vorstellungen verknüpft und konnten teilweise auch zur Überprüfung theoretischer Fragestellungen herangezogen werden, ohne dass daraus, abgesehen von Poses Resonanzeindringung, neue theoretische Konzepte hervorgingen. Das erfolgreiche Wirken in der Kernphysik schlug sich während der Kriegszeit in der Einbeziehung von einigen Hallenser Physikern in die entsprechenden militärischen Forschungen nieder.

7.5 Materialwissenschaft

Ein Forschungsgebiet, das sich an der Wende zum 20. Jahrhundert noch nicht als eigenständig herausgebildet hatte und auf dem vorrangig Vertreter der physikalischen und anorganischen Chemie Aktivitäten entfalteten, war die Untersuchung der physikalischen Eigenschaften der verschiedensten Materialien. Diese, Erkenntnisse und Methoden aus mehreren naturwissenschaftlichen und technischen Teilgebieten benutzenden, Forschungen werden heute meist als Materialwissenschaft zusammengefasst, wobei je nach dem Untersuchungsgegenstand die Theorie für Gase, Festkörper und Flüssigkeiten unterschieden wird. Durch die im Verlauf des 20. Jahrhunderts erzielten bedeutenden Fortschritte in der Strukturaufklärung der Materie nahm dieses Gebiet einen großen Aufschwung und lieferte eine Begründung der früher phänomenologisch eingeführten makroskopischen Materialgrößen. Mehrere bemerkenswerte, mit sehr unterschiedlichen Zielstellungen durchgeführte Arbeiten am Hallenser Physikalischen Institut können retrospektiv in die Frühgeschichte dieser Wissenschaft eingeordnet werden und sollen unter diesem gemeinsamen Dach behandelt werden.[803]

[803] Diese Darstellungsweise erhöht nach Meinung der Autoren die Übersicht über die einzelnen Spezialarbeiten, ohne die inhaltlichen Resultate und teils losen Zusammenhänge zu verdecken.

7.5.1 Flüssigkristalle – Dielektrika

Die Hallenser Physiker leisteten durch Dorn einen bemerkenswerten Beitrag zu den frühen Studien über Flüssigkristalle. Anknüpfend an die wenigen, noch groben Messungen von Otto Lehmann (1855 – 1922) widmete sich Dorn der genauen Bestimmung der optischen Konstanten von Flüssigkristallen. Er gehörte damit zu den ersten Physikern, die erkannten, dass die genaue quantitative Ermittlung dieser Größen unumgänglich war, um das Wesen der Flüssigkristalle weiter aufzuklären. Ab 1906 bestimmte er zusammen mit seinen Schülern die Brechungskoeffizienten einiger Substanzen, wie einiger Zimtsäureäthylester, sowie deren Abhängigkeit von der Temperatur und studierte die Doppelbrechung, die anomale Rotationsdispersion und das Absorptionsspektrum der Substanzen. Aber auch anderen Materialgrößen wie Dichte, Dielektrizitätskonstante, innere Reibung und Kapillarität widmeten sie ihre Aufmerksamkeit.[804]

Eine unverzichtbare Voraussetzung für dieser Forschungen war die Kooperation Dorns mit dem Chemiker Daniel Vorländer (1867 – 1941), der die notwendigen Materialien für die Untersuchungen lieferte.[805] Da Dorn und seine Schüler außerdem direkt auf Arbeiten Vorländers Bezug nahmen, darf wohl ein gewisser Austausch der Ergebnisse angenommen werden, so dass hier erste Ansätze einer interdisziplinären Erforschung dieses neu entstehenden Spezialgebietes deutlich werden.[806] Inwieweit den Hallenser Forschern hier sogar eine gewisse Pionierrolle bei der Gestaltung der interdisziplinären Forschungen zukommt, muss durch weitere Studien geklärt werden. Insgesamt war die Erforschung der Flüssigkristalle in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts eine Domäne der Chemiker, die immer wieder neue Typen von Flüssigkristallen entdeckten. Dem stand auf Seiten der Physiker lediglich der französische Kristallograph Georges Friedel (1865 – 1933) gegenüber, der 1922 die noch heute verwendete Nomenklatur schuf.[807] Wie das Hallenser Beispiel zeigt, leisteten jedoch die Physiker gleichfalls einen beachtenswerten Beitrag bei der Eigenschaftsbestimmung dieser Materialien.

[804] Dorn/Lohmann 1909; Dorn 1910

[805] Dorn/Lohmann 1909, S. 534

[806] Forschungen zu flüssigen Kristallen bildeten eine prägende Traditionslinie am Institut für Physikalische Chemie in Halle, die bis zur Gegenwart Bestand hat.

[807] Brown/Pais/Pippard 1995, S. 1540; Friedel 1922

533

5. ***Bestimmung der optischen Konstanten einiger flüssiger Kristalle;***
von E. Dorn und W. Lohmann.

Über die optischen Konstanten flüssiger Kristalle liegen nur wenige und ziemlich rohe Messungen vor. O. Lehmann[1]) erhielt für Paraazoxyphenetol durch Suspension in einer gleich stark brechenden Flüssigkeit als Werte der Hauptbrechungskoeffizienten $n_1 = 1{,}8$, $n_2 = 1{,}5$; ferner ermittelte er[2]) aus den Durchmessern Newtonscher Ringe im *parallelen* polarisierten Licht für denselben Körper und einige andere (Cholesterylbenzoat, Paraazoxybensoesäureäthylester, Paraazoxyanisol) die *Differenz* $n_1 - n_2$. E. Sommerfeldt[3]) fand aus den Ringen im *konvergenten* Licht zwischen gekreuzten Nicols die Doppelbrechung bei Ammonium oleinicum und Gemischen mit Kalium oleinicum ungefähr ebenso groß wie bei den Feldspaten.

Es ist nun D. Vorländer in Halle (gemeinsam mit W. Kasten)[4]) gelungen, neue kristallinische Flüssigkeiten aufzufinden, welche *wie Wasser klar* und *durchsichtig* sind und auf einer oder zwischen zwei Glasplatten ausgebreitet im konvergenten polarisierten Licht Ringsysteme mit dunklem Kreuz zeigen, ebenso schön wie eine dünne Kalkspatplatte.

Wie Hr. Vorländer a. a. O. hervorhebt, ist hierdurch den „Emulsionstheorien" der kristallinischen Flüssigkeiten jeder Boden entzogen.

Das Verhalten der neuen Substanzen berechtigte zu der Erwartung, daß für sie eine genauere Bestimmung der optischen

1) O. Lehmann, Ann. d. Phys. **2.** p. 661. 1900.
2) O. Lehmann, Ann. d. Phys. **18.** p. 796. 1905.
3) E. Sommerfeldt, Physik. Zeitschr. **9.** p. 234. 1908. Die Anregung zu diesen Messungen gaben die qualitativen Versuche von Vorländer mit anderen Substanzen.
4) D. Vorländer, Ber. d. Deutsch. chem. Ges. **31.** p. 2033. 1908.

Abbildung 7.8
Titelblatt der Arbeit von E. Dorn und W. Lohmann in den *Annalen der Physik*

Die Bemühungen Dorns, die Eigenschaften der Flüssigkristalle aufzuklären, fanden zunächst keine Fortsetzung. Erst etwa ein Jahrzehnt später widmete sich mit Herweg wieder ein Vertreter des Physikalischen Instituts den Materialeigenschaften flüssiger Substanzen. Er knüpfte an die von Debye bereits 1912 gefundene Erklärung für die starke Temperaturabhängigkeit der Dielektrizitätskonstanten vieler flüssiger Dielektrika an. Debye hatte dazu die Moleküle als elektrische Dipole angenommen und damit die Theorie der polaren Moleküle begründet. Herweg stellte sich nun die Aufgabe, die Existenz der Dipole experimentell nachzuweisen und damit die Theorie auf eine sichere Basis zu stellen. Er setzte sich dazu kritisch mit den Arbeiten von Simon Ratnowsky (1884 – 1945) auseinander, der 1913 entsprechende theoretische Überlegungen angestellt und experimentell umgesetzt hatte. Die Grundidee bestand darin, an einen das Dielektrikum enthaltenden Messkondensator ein starkes elektrisches Feld anzulegen, die sich durch das sich einstellende Dipolmoment verkleinernde Dielektrizitätskonstante zu messen und die Veränderung mit dem errechneten Wert der Debye'schen Theorie zu vergleichen. Herweg konnte die Ergebnisse von Ratnowsky nicht bestätigen, wies auf einige Abweichungen von Debyes Theorie hin und entwickelte eine eigene Methode und eine verallgemeinerte Theorie. Mit einer von ihm früher gefundenen sehr empfindlichen Messmethode prüfte er die theoretisch berechnete Verkleinerung der Dielektrizitätskonstanten und erhielt eine befriedigende Übereinstimmung, die er später weiter verbesserte.[808] Durch das Ausschalten weiterer Fehlerquellen verringerte er bei den im Jahre 1921 mit W. Pötzsch durchgeführten Versuchen die Abweichung des experimentell ermittelten Wertes von dem berechneten auf 2 %. Damit hatte er die Änderung der Dielektrizitätskonstanten als von der Stärke des elektrischen Feldes, der Anzahl der Dipole pro cm^3 und von der Temperatur abhängig nachgewiesen und die Dipoltheorie von Debye «nach allen Richtungen» bestätigt.[809] Die Forschungen Herwegs zeigten ein enges Wechselspiel von experimentellen und theoretischen Untersuchungen, und nur das gegenseitige Ergänzen beider Komponenten führte zur erfolgreichen Lösung der Aufgabe. Auch wenn Herweg hinsichtlich der mathematischen Durchdringung der Theorie nicht aktiv wurde, so ist mit seiner Vorgehensweise die

[808] Herweg 1920; Herweg 1919
[809] Herweg/Pötzsch 1922; Ebert 1922, S. 220

Bedeutung der Mathematik für die Bearbeitung physikalischer Probleme deutlich hervorgetreten.

In Herwegs weiteren Arbeiten am Hallenser Physikalischen Institut blieb die Änderung der Dielektrizitätskonstanten das zentrale Thema, doch waren diese hauptsächlich experimentell ausgerichtet. Herweg analysierte die Abhängigkeit der Dielektrizitätskonstanten des Phosphors von der Temperatur bzw. dem einwirkenden elektrischen Feld, wenn die Konstante durch das Bestrahlen des Phosphors mit kurzwelligen Licht erhöht worden war bzw. erhöht wird.[810] Eine vollständige Aufklärung dieses Sachverhaltes gelang ihm nicht, möglicherweise weil er sich nach dem Weggang von Halle anderen Aufgaben widmete.

Erst rund 15 Jahre später rückten Fragen der Flüssigkristalle wieder in den Blickpunkt Hallenser Physiker. Sich dezidiert von den Vorstellungen Friedels abgrenzend, setzte Kast seine in Freiburg und Utrecht begonnenen Forschungen fort und bemühte sich um die Aufklärung grundlegender Fragen zum Wesen dieser Verbindungen. An Stelle der Bezeichnung «flüssige Kristalle» bevorzugte er, von «anisotropen Flüssigkeiten» zu sprechen. Eingehend hatte er das Verhalten dieser Flüssigkeiten in einem elektrischen Feld studiert und sich zur Erklärung verschiedener Eigenschaften der sogenannten Schwarmtheorie von Leonard Salomon Ornstein (1880 – 1941) angeschlossen, d. h. der Annahme, dass sich in anisotropen Flüssigkeiten Gruppen von etwa 10000 parallelen Molekülen bilden (Schwärme), die selbst völlig regellos liegen und eine Art Brownsche Bewegung ausführen.[811] In seiner vermutlich ersten am Hallenser Institut verfassten Publikation vom März 1937 *Anisotrope Flüssigkeiten* bemühte er sich, die von ihm gewählte Bezeichnung durch die Einordnung dieser Verbindungen in die Flüssigkeiten zu rechtfertigen. Die Basis seiner Argumentation bildeten Beobachtungen, aus denen hervorging, dass die Isotropie sich hauptsächlich in der Struktur der Molekülgruppen äußerte und dass diese wie die Molekülgruppen in isotropen Flüssigkeiten völlig regellos verteilt waren, solange keine äußere Einwirkung erfolgte. Er betonte die Notwendigkeit bei mehratomigen Flüssigkeiten «die gegenseitige potentielle Energie der Moleküle, sobald die Symmetrie des molekularen Kraftfeldes von der Kugelsymmetrie abweicht, [als]

[810] Herweg 1923a; Herweg 1923b

[811] Kast 1931; Kast/Bouma 1934; Kast 1934; Kast/Ornstein 1934

nicht nur von ihrer Entfernung, sondern auch von ihrer Orientierung zueinander» abhängig anzunehmen.[812] Die Schwarmtheorie ordnete er nun als Spezialfall der für die Flüssigkeiten überhaupt charakteristischen Gruppenbildung unter. In der Nähe des Schmelzpunktes konnte dann für die Molekülanordnung in den Flüssigkeitsgruppen eine Ähnlichkeit mit der Anordnung im Kristall festgestellt werden. Kast unterschied «zwei besonders einfache, niedrig symmetrische Anordnungen der Moleküle» in den «Schwärmen» der anisotropen Flüssigkeiten und teilte die Flüssigkeiten in Anlehnung an Friedel, entsprechend in nematische und smektische ein.[813] In den nematischen Flüssigkeiten lagen die für diese Verbindungen charakteristischen langgestreckten Moleküle einfach parallel, in den smektischen Flüssigkeiten waren die Moleküle in den «Schwärmen» nicht nur parallel ausgerichtet, sondern deren Enden lagen noch in Ebenen. Für beide Typen erläuterte er den Übergang in eine isotrope Flüssigkeit, wobei dies im zweiten Fall über eine nematische Phase geschehen konnte. Als Ursache für den Übergang vom festen Kristall zur anisotropen Flüssigkeit hatte er zuvor schon ein bestimmtes Schwingungsverhalten der Moleküle ausgemacht. Der Übergang vollzog sich bei der Temperatur, «bei der die Längsschwingung der Moleküle, die nach dem Ergebnis der Röntgenuntersuchungen auch im festen Kristall schon überwiegend ausgebildet ist, eine bestimmte Amplitude erreicht».[814]

Im weiteren Bemühen, die Struktur der Flüssigkeiten und die beim Übergang in den flüssigen Aggregatzustand ablaufenden Prozesse aufzuklären, stellte er 1939 mit seinem Dresdener Kollegen Herbert Stuart (1899 – 1974) in einem Lehrfilm Modellversuche vor, «um die für Flüssigkeiten und hochverdichtete Gase charakteristische Nahordnung der Moleküle zu veranschaulichen». Sie schlossen sich damit der sich auf der Basis der vorliegenden Versuchsergebnisse immer mehr durchsetzenden Auffassung an, dass der flüssige Aggregatzustand «dem kristallinen näher steht als dem gasförmigen». Diese Vorstellungen beinhalteten als wesentlichen Fakt, dass sich die Atome bzw. Moleküle

[812] Kast 1937a, S. 628

[813] Obwohl Kast die Begriffe Friedels übernahm, dürfen die Unterschiede in den von beiden Forschern angenommenen Grundvoraussetzungen beim Studium der Molekülgruppen nicht übersehen werden.

[814] Kast 1937b, S. 234

einer Flüssigkeit räumlich wie kraftmäßig nicht frei bewegen können und «diese Behinderung je nach Symmetrie der Form und des Kraftfeldes der Moleküle sehr große Gradunterschiede aufweisen kann».[815] Die daraus resultierende unterschiedliche Nahordnung der Moleküle wurde beschrieben, durch Schüttelversuche von Molekülmodellen demonstriert und im Film festgehalten.[816] Die Unterschiede in der Nahordnung der Moleküle schlugen sich wiederum in der spezifischen Wärme, der Viskosität und deren Temperaturabhängigkeit, der Röntgenstreuung und der dielektrischen Polarisation der jeweiligen Substanz nieder. In den folgenden Jahren hat Kast mit seinen Mitarbeitern dazu konkrete Substanzen hinsichtlich ihrer Nahordnung und deren Einfluss auf bestimmte Eigenschaften untersucht.[817] Hervorzuheben ist dabei die Habilitationsschrift von Kasts Schüler W. Maier *Zur Frage der molekularen Struktur kristalliner Flüssigkeiten*, der die Änderung der Dielektrizitätskonstanten durch magnetische Felder analysierte.[818] Den Ausgangspunkt bildete eine schon früher bemerkte Diskrepanz zwischen experimentell ermittelten und den mittels der Schwarmtheorie abgeschätzten Werten. Als Ursache für diese Abweichungen ermittelte Maier eine durch geringfügige Wärmekonvektionsströmungen hervorgerufene starke Vororientierung der nematischen Flüssigkeit, was nicht den Voraussetzungen der Schwarmtheorie entsprach. Ob der in der Schwarmtheorie angenommene Idealzustand überhaupt realisierbar ist, konnte er aus Zeitgründen nicht abschließend klären.

Die Hallenser Physiker bewegten sich mit ihren Analysen zu anisotropen Flüssigkeiten und anderen Materialeigenschaften auf einem aktuellen Forschungsgebiet, das hinsichtlich der theoretischen Betrachtungen zwar nicht im Mittelpunkt der theoretischen Physik stand, das aber immer wieder als Grundlagenforschung neue Impulse erhielt und zugleich Ausdruck der nach der Jahrhundertwende entstandenen neuen Untersuchungsmethoden und Vorstellungen der Atomphysik war. Wieder zeigte sich die für die Hallenser physikalische Forschung fast typische enge Verknüpfung der theoretischen Behandlung der Probleme

[815] Kast/Stuart 1939, S. 714
[816] Der Lehrfilm wurde von der Reichsstelle für den Unterrichtsfilm vertrieben.
[817] Winkler/Kast 1941; Kast/Prietzschk 1941; Becherer/Kast 1942
[818] Maier 1944

mit den experimentellen Daten. Generell stand die mathematische Durchdringung der Theorie noch am Anfang.

7.5.2 Werkstoffkunde und Brucherscheinungen

Das eingehende Studium der physikalischen Eigenschaften verschiedener fester Stoffe erfuhr 1928 mit der Übernahme des Lehrstuhls für theoretische Physik durch Smekal eine spürbare Belebung. Bereits in Wien hatte er die Analyse von makroskopischen Eigenschaften fester Körper, die von der mechanischen und thermischen Vorgeschichte sowie von der Reinheit des Körpers abhingen, zu einem seiner Hauptforschungsgebiete gemacht.[819] Dies betraf mit elektrischen und magnetischen Eigenschaften, Elastizität, Festigkeit, Wärmeausdehnung u. a. für die technischen Anwendungen sehr bedeutsame Charakteristika, die nach Smekals Ansicht durch die Atomphysik stärker in das Blickfeld des Physikers gerückt und einer genaueren Behandlung zugänglich gemacht worden waren. Als Ursache für die bei dem gleichen Stoff variierenden Eigenschaften erkannte er Unterschiede im Kristallaufbau und differenzierte zwischen «strukturempfindlichen» und «strukturunempfindlichen» Kristalleigenschaften. Letztere charakterisierte er dadurch, «daß ihre Maßzahlen praktisch davon unabhängig gefunden werden, ob man es mit ein- oder vielkristallinem Material zu tun hat, ob chemisch reinstes oder mäßig verunreinigtes Material vorliegt, ob unbearbeitetes oder bildsam verformtes Material benutzt wird.»[820] Da die strukturunempfindlichen Eigenschaften durch die von von Laue und Born entwickelte Gittertheorie des «Idealkristalls» sehr gut beschrieben wurden, sah er die Hauptaufgabe darin, molekulartheoretisch das Nebeneinanderbestehen von strukturempfindlichen und –unempfindlichen Eigenschaften herzuleiten.

Von ihm und mehreren Kollegen war durch zahlreiche experimentelle Belege die Auffassung abgesichert worden, dass die strukturempfindlichen Eigenschaften durch Abweichungen vom idealen Kristallbau, das Auftreten sogenannter Lockerbausteine, erklärt werden konnten.

[819] Smekal 1934, S. 406

[820] Smekal 1929a, S. 289. Nach Smekals eigenen Angaben hat er die Unterscheidung erstmals 1927 in einer in den *Mitteilungen des Technischen Versuchsamtes Wien* erschienenen Arbeit vorgenommen.

Smekal bestätigte diese Theorie experimentell im vollen Umfang durch die Herstellung von Steinsalzkristallen mit verschieden zahlreichen Lockerbausteinen, die sich in ihren strukturempfindlichen Eigenschaften unterschieden, ansonsten aber völlig gleichartig waren.[821] Besonders intensiv analysierte er die Veränderungen bei Diffusionsvorgängen und beim Ionenleitvermögen. So stellte er bei letzterem eine große Abhängigkeit von den Entstehungsbedingungen der Kristalle fest. Schmelzflusskristalle, die bedeutend mehr Lockerbausteine enthielten als Lösungskristalle, zeigten eine bis zu 1000mal größere Leitfähigkeit als die Lösungskristalle. Hinsichtlich der Diffusion schuf sein Assistent Rexer eine neue Versuchsanordnung, um die Diffusion von Alkalimetallen in Alkalihalogenidkristallen genau verfolgen zu können, und lieferte zu Beginn der 1930er Jahre eine sorgfältige Studie dieser «zu den Kristallfärbungen führenden Diffusionsvorgänge und ihrer Abhängigkeit von den Versuchsbedingungen».[822]

Weiter untersuchten Smekal und seine Mitarbeiter die Abhängigkeit der Ionenleitung von der elektrischen Feldstärke und der Temperatur.[823] Die von ihm und anderen Physikern erzielten Resultate führten ihn dann dazu, zwischen der «strukturunempfindlichen Gitterleitung» und der «strukturempfindlichen Störleitung» zu differenzieren. Damit einher ging das Aufdecken von Widersprüchen zwischen den vorliegenden Erfahrungstatsachen und bisher verwendeten theoretischen Erklärungen.

Für die Störleitung fand er eine Deutung als «Ionenwanderung längs innerer Grenzflächen des Kristallmaterials» und einen Zusammenhang mit «verhältnismäßig groben Kristallbaufehlern».[824] Für die Gitterleitung schloss er sich der von Walter Schottky (1886 – 1976) vorgeschlagenen Theorie der «Lochleitung» an, bei der ein Ion von einem besetzten Nachbarplatz in eine Lücke sprang und so die Lücke verschoben wurde. Die Wahrscheinlichkeit für diese Sprünge hing von der Höhe der zu überwindenden Energieschwelle, von den Wärmeschwingungen des Gitters u. a. ab.

[821] Smekal 1929a. Die Orte, an denen die Lockerbausteine auftraten, bezeichnete Smekal als Lockerstellen.
[822] Rexer 1931a; Rexer 1931b
[823] Smekal 1929b; Smekal 1929c; Smekal 1930
[824] Smekal 1936a, S. 150; Smekal 1935; Smekal 1936b

Eine weitere strukturempfindliche Eigenschaft, der Smekal in den 1930er Jahren besondere Aufmerksamkeit schenkte, war die Veränderung des Absorptionsspektrums des jeweiligen Kristalls durch die Ausscheidung gefärbter Atome in den Kristallbaufehlern. Diese Änderungen waren lichtelektrisch-photometrisch messbar und Smekal interpretierte die

> «lichtelektrisch wirksame Absorptionsbande der «Farbzentren» des Steinsalzes *als Übergang des Leuchtelektrons innerlich absorbierter Natriumatome in das nächst höhere «erlaubte» Energieband des Kristallgitters*.»[825]

Eingehend analysierte er den Absorptionsbereich und die Energiebänder von Alkalihalogenidkristallen, um den den Kristallbaufehlern zugehörigen Absorptionsbereich zu bestimmen, und hob hinsichtlich der Ursachen für die zu beobachtende Verbreiterung der Energiebänder und der Oberflächenniveaus die notwendige Unterscheidung zwischen den Einflüssen einer Temperaturerhöhung und des Fehlbaus hervor. «Die Fehlbaueinflüsse [...] sind örtlich begrenzter Natur, wodurch diese beiden Elektronenbindungsarten in eine sonst nicht vorhandene Wechselbeziehung gebracht werden.»[826]

Im Weiteren wies er für die Alkalihalogenidkristalle die aus der Theorie der Elektronenbindung im Kristallgitter ableitbare Wirkung von Kristallflächen bzw. inhomogenen elastischen Deformationszuständen des Gitters nach und formulierte eine Theorie der Absorptionsspektren von Isolatorkristallen.[827] Abgerundet wurden diese Untersuchungen wiederum durch mehrere Arbeiten seiner Mitarbeiter. Rexer widmete sich in seiner Habilitationsschrift 1937 dem sogenannten langwelligen Ausläufer der ultravioletten Eigenabsorption im Absorptionsspektrum von Alkalihalogenidkristallen.[828] Detailliert analysierte er die Beeinflussung dieses Teils des Spektrums durch Eingriffe wie optische Einstrahlung oder Wärmebehandlung, durch die der Kristall nicht zerstört wurde. Er erkannte die dabei beobachteten Veränderungen als strukturempfindlich und stellte den Zusammenhang zu Smekals

[825] Smekal 1932; Zitat Smekal 1936b, S. 661
[826] Smekal 1936b, S. 663
[827] Smekal 1936c
[828] Rexer 1937a

Ausführungen über örtlich gestörte Energiebänder der Kristallgitter her. Im zweiten Teil seiner Arbeit knüpfte Rexer an die Betrachtungen über Diffusionsprozesse an. Die mit der Wärmebehandlung von Salzkristallen verknüpfte Diffusion von Fremdstoffen sah er als Ursache für die auftretende Inhomogenisierung der Kristalle an.[829]

Im Jahre 1940 sah sich Smekal durch die von ihm und seinen Mitarbeitern erzielten Ergebnisse zu einer «planmäßigen Neudiskussion des gesamten einschlägigen Tatsachenmaterials» veranlasst.[830] Er bezog in seiner Schrift *Über mechanische und optische «Erregung» von Farbzentren* die durch plastische Verformungen der Kristalle hervorgerufenen Veränderungen der Färbungsabsorptionen als «mechanische Erregungen» ein und schlug eine neue einfache Bezeichnung der Färbungsbanden vor, die sich aber nicht durchgesetzt hat. Als wichtigste Erkenntnis konstatierte er die Zusammensetzung der Färbungsbande der Salzkristalle aus meist sich überlagernden, optisch nicht trennbaren Teilbanden. In Abhängigkeit vom Kristallzustand und von der Wärmebewegung traten diese Teilbanden mit unterschiedlicher Intensität auf, so dass unter Zuhilfenahme mechanischer Eingriffe am Kristall die Auflösung der Farbbanden möglich ist. Einheitliche Farbbanden ließen sich folglich nur in Sonderfällen verwirklichen, wenn durch eine Vorbehandlung des Kristallmaterials weitgehend eigenspannungsfreie Zustände hergestellt wurden. Weiterhin erörterte Smekal die ebenfalls vom Kristallzustand abhängige optische Umwandlung von verschiedenen Farbzentren ineinander.

Die Abweichungen der realen Struktur der Kristalle und glasartigen Körper von der Idealstruktur lieferte auch die Erklärung für Sprödbrüche und die Kristallplastizität. Mit seiner genauen Analyse und theoretischen Beschreibung der Brüche, insbesondere der Bruchentstehung, leistete Smekal einen wichtigen Beitrag zur Festigkeitslehre. Er führte den Begriff der molekularen Zerreißfestigkeit ein und leitete eine verbesserte Formel für die Zugfestigkeit ab. In umfangreichen Versuchsserien entschlüsselte er die Abhängigkeit der Bruchfestigkeit und der Gestalt der Bruchfläche vom Zustand sowie der Art der Beanspruchung der Probe. Weiterhin erforschte er bei Silicatgläsern den Einfluss des Oberflächenzustandes, der Temperatur und der Belastungsgeschwindig-

[829] Rexer 1937b
[830] Smekal 1940a

keit auf die Zerreißfestigkeit, kennzeichnete das spannungsthermische Bruchverhalten und ermittelte die Oberflächendiffusion als Ursache. Bezüglich der Beschreibung des Bruchvorganges «als Entstehung neuer Körperoberflächen» verdeutlichte Smekal in seinem Übersichtsartikel *Bruchtheorie spröder Körper* im Jahre 1936, dass dieser «eine vollständige Überwindung der längs der Bruchflächen bestandenen molekularen Wechselwirkungskräfte notwendig macht» und dazu nicht nur die Oberflächenenergie berücksichtigt werden kann.

> «Eine rationelle Bruchtheorie erfordert demnach die Verknüpfung der elastischen Vorgänge mit zwei halbschematischen Größen molekulartheoretischen Ursprungs, die bei Kristallen richtungsabhängig sind: spezifische Oberflächenenergie und molekulare Wirkungsreichweite.»[831]

Diese Größen erwiesen sich als hinreichend für eine theoretische Beschreibung der allgemeinen Brucherscheinungen und Smekal demonstrierte dann, wie aus den besonderen Brucheigenschaften der Körper Rückschlüsse auf deren Struktureigenschaften gezogen werden konnten. Die theoretischen Überlegungen bestätigte er mit bereits vorliegenden und eigenen Versuchsergebnissen für Gläser und gut spaltbare Kristalle, die er in einem zweiten, ebenfalls 1936 erschienenen Übersichtsartikel im Detail präsentierte.[832] Mit seiner Bruchtheorie spröder Körper formulierte Smekal einen ersten vorläufigen Abschluss der seit über zehn Jahren durchgeführten Forschungen. Er war dabei zu grundlegend neuen Einsichten in diesem Spezialgebiet vorgestoßen und ordnete seine Arbeiten als einen Beitrag in die Bemühungen ein, die Struktur der Festkörper aufzuklären.[833]

In den folgenden Jahren führte Smekal mit seinen Mitarbeitern zahlreiche Experimente zur maschinellen Stoffzerkleinerung spröder Stoffe, insbesondere von Quarz durch.[834] Wie in früheren Versuchen

[831] Smekal 1936d

[832] Smekal 1936e

[833] Für eine ausführliche Analyse von Smekals Beitrag zur Bruchtheorie wird auf [Rumpf 1959] sowie [Momber 2005] verwiesen.

[834] Smekal 1937. Seit dem Herbst 1935 leitete Smekal den Arbeitsausschuss «Zerkleinerungsphysik» in der Arbeitsgemeinschaft «Verfahrenstechnik» des Vereins Deutscher Ingenieure und des Vereins Deutscher Chemiker. UAH, PA 14785, Bd. 1, unpaginiert, Mitteilung Smekals an den Kurator vom 25. November 1935

untersuchten sie den Einfluss der Versuchsgeschwindigkeit auf die Höhe der Zugfestigkeit und das Bruchbild bzw. stellten bei der Druckzerkleinerung von kristallinem Quarz und Quarzglas fest, dass die Kornverteilung und die Kornform unabhängig von der Anisotropie des Quarzes waren.[835] Mit diesen Forschungen rückte auch die Frage nach einem unterschiedlichen Verhalten von kristallisierten Festkörpern und Gläsern in den Vordergrund. Aus der Betrachtung der Molekularvorgänge an der Elastizitätsgrenze schloss Smekal 1938, dass ein endlicher Wert derselben «für den Eintritt irreversibler Molekularvorgänge bei kristallisierten Stoffen ebensowenig vorstellbar [erscheint] wie an glasigen Festkörpern».[836]

Weitere tief gehende theoretische Überlegungen Smekals betrafen die Dispersionserscheinungen im Bereich des Ultraschalls, die bei kristallinen und glasartigen Körpern auftreten konnten und mit deren Fehlbaueigenschaften zusammenhingen. Die Fehlbaueigenschaften konnten beispielsweise ihre Ursache in gleichartigen und statistisch gleichförmig verteilten inneren «Kerbstellen» haben, die zu Spannungszunahmen und der Ausbildung von sogenannten «Spannungshöfen» führten. Nach Smekal kam es bei Wellenlängen, die innerhalb bzw. unterhalb der Abmessungen dieser Spannungshöfe lagen, zu Absorption und Dispersion einfallender elastischer Wellen, «indem die Spannungshöfe als Zentren sekundärer Streuwellen wirksam» wurden. Für anorganische Oxidgläser, die die genannten Fehlbaueigenschaften aufwiesen, ergab sich eine Dispersionsfrequenz von etwa 10^{11} Hz. Diese Frequenzen waren im Jahre 1940 technisch noch nicht zugänglich, doch zeigte Smekal, «daß sie an den Erscheinungen der Bruchfortpflanzung in spröden Stoffen maßgebend beteiligt» waren und leitete Aussagen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Bruchvorgänge ab.[837]

Die theoretischen Überlegungen zur Aufklärung von Brucherscheinungen sollen nicht darüber hinwegtäuschen, dass zu diesem Zeitpunkt für Smekal technische Fragen im Mittelpunkt standen. Eingehend analysierte er die Struktur von Gläsern und Kunststoffen. Mit seinem Schüler Werner Klemm führte er verschiedene Versuche zum Polieren von Gläsern durch und deutete diesen Vorgang auf Grund der dabei vorliegenden energetischen Bedingungen als eine Überführung kristal-

[835] Smekal 1939b; Wolf/Hennicke/Smekal 1939
[836] Smekal 1938b, S. 230
[837] Smekal 1940b, S. 476, 480

lisierter Zustände in amorphe.[838] Die Ergebnisse analoger Studien für Plexiglas blieben zunächst unveröffentlicht.

Weiterhin behandelte Smekal die Molekularstruktur sowie die chemischen Bindungsverhältnisse bei Glasbildnern und die Spezifik von deren Erstarrungsvorgängen, außerdem das Ritzen von Gläsern einschließlich der Beschaffenheit der Ritzbahnen und zeigte durch die Herstellung dünnster Fäden aus Quarzglas, dass die Spinnfähigkeit nicht an die Existenz fadenförmiger Moleküle geknüpft ist.[839] An den Untersuchungen von Gläsern und Glasfäden beteiligte sich auch Smekals Assistent Rexer, der speziell die Zerreißfestigkeit von Glasfäden und –stäben und deren Abhängigkeit von den Herstellungsbedingungen studierte.[840] Die nicht korrekte Verwendung von Beobachtungsdaten in einer dieser Arbeiten Rexers[841] war dann der Auslöser für die schwerwiegende, belastende Auseinandersetzung zwischen Smekal und Kast sowie weiteren Persönlichkeiten der Universität. (Vgl. Abschnitt 4.5, S. 157 f.)

Abschließend sei an dieser Stelle noch die Habilitationsschrift von Faessler *Untersuchungen zum Problem des metamikten Zustandes* erwähnt, die sowohl mit Smekals Studien zur Kristallstruktur als auch mit Kasts Untersuchungen zu anisotropen Flüssigkeiten verknüpft war. Er widmete sich der Frage, warum verschiedene Minerale der seltenen Erden und der Metallsäuren von dem stabilen kristallinen Zustand in den unstabilen metamikten (glasig-amorphen) Zustand übergehen. Dazu analysierte er die mit großer Energiefreisetzung verbundene Rückbildung des kristallinen Zustandes, bestimmte die freiwerdende Wärmemenge und vermutete als Ursachen für die metamikte Umbildung den Einfluss der Alpha-Strahlung, die von den in diesen Mineralen enthaltenen radioaktiven Elementen ausging, sowie Instabilitäten im Kristallgitter dieser Minerale.[842]

Überblickt man Smekals Forschungen an der Hallenser Universität, so entsprach er ganz den Forderungen, die die Fakultät bei der Wiederbesetzung der Schmidt'schen Stelle gestellt hatte. Er verband in seinem

[838] Smekal 1942a; Klemm/Smekal 1941a; Klemm/Smekal 1941b
[839] Smekal 1938a; Smekal 1942b; Smekal 1942c
[840] Rexer 1939b; Rexer 1938
[841] Rexer 1939a
[842] Faessler 1942

Wirken die theoretische Durchdringung einer Problemstellung mit deren experimenteller Erschließung und der Berücksichtigung technischer Aspekte in eindrucksvoller Weise. Für theoretische Erörterungen und die mathematische Behandlung von Fragestellungen zeigte er sich jederzeit aufgeschlossen und hat in dieser Weise das Wechselverhältnis zwischen Mathematik und Physik aktiv mitgestaltet und gefördert. Seine Arbeiten zur Rolle der Fehlstellen im Kristall und zur Bruchtheorie waren wichtige Beiträge zur Entwicklung des jeweiligen physikalischen Teilgebiets. Mit mehreren Überblicksdarstellungen trug er zur raschen Verbreitung der neueren und neusten Forschungsergebnisse bei.[843] In seiner Entwicklung entsprach er aber nicht dem Typ des theoretischen Physikers, wie er etwa durch Heisenberg, Pauli oder Born verkörpert wurde und wie es nach seinen frühen, bedeutenden Arbeiten zur Quantenmechanik und Atomphysik mit der Vorhersage der unelastischen Streuung von Photonen an Materie, Smekal-Raman-Effekt, vermutet werden konnte. Smekal bevorzugte vielmehr, wie zahlreiche andere Theoretiker, einen engeren Kontakt zur und eine direkte Rückkopplung mit der Experimentalphysik und war in dieser Art der theoretischen Forschung sehr erfolgreich.

7.6 Thermodynamik und Photochemie – zwei singuläre Punkte in den Hallenser Forschungen

Einige enge Berührungspunkte mit der Materialwissenschaft, speziell hinsichtlich der Eigenschaften gasförmiger Stoffe, weist die Thermodynamik auf. Sie hatte in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts durch das Wirken von Rudolf Clausius (1822 – 1888), James Clerk Maxwell (1831 – 1879), Hermann von Helmholtz, William Thomson (1824 – 1907) und Ludwig Boltzmann zahlreiche grundlegende Fortschritte erzielt und sich als wichtiges, eigenständiges Teilgebiet der Physik etabliert. Mit den Arbeiten von Josiah Willard Gibbs (1839 – 1903) erreichte sie zu Beginn des 20. Jahrhunderts ihren Höhepunkt im Rahmen der klassischen Physik. Kurze Zeit später, genauer 1906, formulierte Walther Nernst die später als 3. Hauptsatz der Thermodynamik bezeichnete Vermutung über das Verschwinden der Entropie bei der Annäherung

[843] Smekal 1909 (Smekals Beitrag erschien 1926.); Smekal 1936e; Smekal 1936f

der Temperatur an den absoluten Nullpunkt. Das damit entstandene Problem einer Begründung dieses Satzes löste Einstein noch im gleichen Jahr, indem er die Abnahme der spezifischen Wärme fester Körper in der Nähe des absoluten Nullpunktes durch die Anwendung von Plancks Quantenvorstellungen auf das Schwingungsverhalten der Atome befriedigend erklärte.

In diesen Kontext, speziell die Untersuchung der spezifischen Wärme betreffend, gehören auch einige Arbeiten am Hallenser Physikalischen Institut. Der nur wenige Semester in Halle tätige Valentiner hatte bereits in München die Abhängigkeit der spezifischen Wärmen der Gase (c_p, c_v) und deren Verhältnisses c_p/c_v von Druck und Temperatur studiert und insbesondere für Stickstoff bei der Temperatur der flüssigen Luft und bei verschiedenen Drucken durch experimentelle Daten ergänzt.[844] Die von Röntgen angeregten Arbeiten dienten der Überprüfung und Verbesserung der vorliegenden thermodynamischen Vorstellungen. Diese enge Verknüpfung von experimentellen Forschungen und theoretischen Studien demonstrierte Valentiner in seinen Publikationen, wobei er sich, soweit möglich, einer mathematischen Beschreibung bediente. In Halle vervollständigte er seine diesbezüglichen Analysen durch einige weitere Versuchsergebnisse. Seine durchaus beachtlichen theoretischen Ambitionen unterstrich er mit einer Analyse über den maximalen Wirkungsgrad Carnot'scher Kreisprozesse. Für eine mit idealen Gasen arbeitende, einen beliebigen umkehrbaren Kreisprozess ausführende Maschine leitete er die bekannte Aussage, dass deren Wirkungsgrad höchstens dem sich beim Carnot'schen Kreisprozess ergebenden gleich sein kann, unter alleinigem Rückgriff auf den ersten Hauptsatz der Thermodynamik her. Auf dieser Basis charakterisierte er dann jene umkehrbaren arbeitleistenden Kreisprozesse, die einen maximalen Wirkungsgrad erreichten und somit dem entsprechenden Carnot-Prozess äquivalent waren.[845]

Valentiner hat sich intensiv sowohl darum bemüht, einem größeren Interessentenkreis neue theoretische Erkenntnisse bekannt zu machen, als auch die erforderlichen Hilfsmittel zu deren Erforschung und Anwendung zu liefern. In diesem Sinne gab er in dem Göschen-Band zur Vektoranalysis eine kurze, die physikalischen Anwendungen betonende

[844] Valentiner 1904a; Valentiner/Bestelmeyer 1904
[845] Valentiner 1904b

Darstellung dieser neuen wichtigen mathematischen Theorie.[846] Seine einige Jahre später publizierte Einführung in die Grundlagen der Quantentheorie und deren Anwendungen folgten ebenfalls den obigen Intentionen, die Wissenschaft allgemein verständlich darzustellen.[847] Neben zahlreichen zusammenfassenden bzw. referierenden Artikeln hat Valentiner nach dem Intermezzo in Halle in seinen Forschungen zunächst weiterhin Fragen der kinetischen Gastheorie auf der Basis der Quantentheorie besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Am Hallenser Physikalischen Institut konnte er auf Grund der Kürze seines Aufenthaltes kaum eigene Akzente in der Forschung setzen.

Es verwundert daher nicht, dass seine Untersuchungen bei der Gestaltung der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik keinen nachhaltigen Eindruck hinterließen. Auch die hier skizzierten Untersuchungen fanden keine Fortsetzung. Der 1910 von Dresden nach Halle wechselnde Wigand hatte sich zwar eingehend mit der Abhängigkeit der spezifischen Wärme der Gase vom Druck beschäftigt, doch wandte er sich bereits in Dresden anderen Themen zu.[848]

Ebenfalls in die Zeit um die Wende zum 20. Jahrhundert, vornehmlich in das letzte Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts, fallen die hier noch zu besprechenden Arbeiten zur Photochemie. Einzelne junge Wissenschaftler am Physikalischen Institut wählten in jenen Jahren neben der Physik auch die physikalische Chemie zu ihrem Habilitationsgebiet und bezogen die Anwendung physikalischer Theorien auf die Chemie in ihre Forschungen ein bzw. konzentrierten sich sogar einige Zeit darauf.

Zu ihnen gehörte Roloff, der bereits mehrere Jahre in Göttingen als Assistent von Nernst auf dem Gebiet der modernen physikalischen Chemie tätig gewesen war und diese Studien in Halle fortsetzte. In den einzelnen Arbeiten traten die physikalischen und die chemischen Aspekte und Zielstellungen in unterschiedlicher Weise hervor. Eine deutliche physikalische Komponente hatten seine Untersuchungen über die durch die Einwirkung des Lichts hervorgerufenen Veränderungen bei Molekülen und Atomen, die er im Rahmen seiner Habilitationsschrift *Ueber Lichtwirkungen* ausführte. Da er unter «Licht im weiteren Sinne» jede elektromagnetische Welle verstand, die in irgendeiner Weise auf

[846] Valentiner 1907
[847] Valentiner 1914a; Valentiner 1914b
[848] Wigand 1907; Wigand 1908

die Moleküle und Atome einwirkte, könnten diese Studien auch in die Strahlungsphysik eingeordnet werden. Roloff unterschied zwischen physikalischen und chemischen Lichteinwirkungen. Erstere charakterisierte er dadurch, dass

> «das Licht auf chemische Elemente oder chemische Verbindungen einwirkt, ohne die stoffliche Zusammensetzung der einzelnen Moleküle zu verändern. Der Einfluss des Lichtes äussert sich hier, indem die Substanz in eine andere «Modifikation» übergeht, die sich von der ursprünglichen durch die *Anordnung der Atome im einzelnen Molekül* oder durch die *Lagerung der Moleküle zu einander* unterscheidet.»[849]

Neben diesen Umlagerungen fasste er auch die sogenannte Photopolymerisation unter die physikalischen Lichteinwirkungen. Als Merkmal der Polymerisation gab er die «Änderung der wechselseitigen Anziehung der Moleküle aufeinander» an, schränkte jedoch sogleich ein, «dass es nur in ganz wenigen Fällen gerechtfertigt erscheint, die Polymerisation wirklich als Bildung bestimmt definierter grösserer Aggregate von Einzelmolekülen aufzufassen».[850]

Zur näheren Erklärung der Polymerisation nahm er die Existenz von polaren elektrischen Ladungen auf den Molekülen an. Durch den Einfluss des Lichts oder allgemeiner einer elektromagnetischen Welle wurden die Moleküle in Schwingungen versetzt, die, zu einer entsprechenden Stärke angewachsen, zum vollständigen Zerfall des Moleküls oder zu einer Lockerung der Bindung führen konnten. Im ersten Fall wurde, waren mehrere verschiedene Moleküle nebeneinander vorhanden, die Bildung neuer Komplexe aus den Bruchstücken befördert. Im zweiten Fall hob Roloff besonders die Situation hervor, in der eine Doppelbindung im Molekül vorlag und diese durch die Schwingungen aufbrach. Die dabei frei werdenden Valenzen gingen dann neue Verbindungen zu den Nachbarmolekülen ein und bildeten die polymeren Modifikationen.[851] Das Problem, eine derartige Polymerisation nachzuweisen, erwies sich als sehr schwierig. Roloff regte dazu zum einen an, den Begriff der Polymerisation allgemeiner zu fassen, um allen Erscheinungen Rechnung zu tragen. Zum anderen erklärte

[849] Roloff 1898, S. 328
[850] Roloff 1898, S. 339
[851] Roloff 1899, S. 79

er als «einzige[s] stets untrügliche[s] Charakteristikum [...], dass das Inkrafttreten neuer Bindungen stets von einem Energieverlust begleitet sein muss, indem die Form stabiler ist als die frühere.»[852] Durch thermodynamische Betrachtungen zog er Rückschlüsse auf Eigenschaften der polymeren Modifikation. Sie hatte einen höheren Schmelz- sowie Siedepunkt und Dampfdruck; Löslichkeit und spezifische Wärme waren jeweils geringer als bei der Ausgangsform.

Auf der Basis der Photopolymerisation erklärte Roloff dann auch die Phosphoreszenz und die Fluoreszenz. Er unterstützte seine Darlegungen jeweils durch mehrere Beispiele, die er durch eigene Versuche gewonnen hatte bzw. den Arbeiten anderer Gelehrter entnahm. Mit seinen Vorstellungen lieferte er zugleich eine systematische Bearbeitung des umfangreichen, die «Lichtwirkungen» behandelnden Materials.

In seinen Arbeiten, die vor seiner Hallenser Zeit entstanden und wesentlich von W. Nernst angeregt waren, beschäftigte sich Roloff mit der Anwendbarkeit des Raoult'schen Satzes über die direkte Proportionalität der Dampfdruckerniedrigung zur Zahl der gelösten Teilchen. Er behandelte u. a. die Verhältnisse bei Lösungsmittelgemischen, die Modifizierung eines Verfahrens, um auch für konzentrierte Lösungen eine Gefrierpunktsbestimmung durchzuführen, und Untersuchungen, um den zur Molekulargewichtsbestimmung benutzten Beckmann'schen Siedeapparat auch zur Ermittlung der Dampftensionen der Lösungen und des osmotischen Drucks von Lösungsmittelgemischen einzusetzen.

1902 publizierte Roloff für Praktiker eine Übersicht über die Grundlagen der elektrolytischen Dissoziation und ihrer Anwendung.[853] Daran schlossen sich 1904 ein *Leitfaden für das elektrotechnische und elektrochemische Seminar* sowie 1907 ein *Grundriss zur physikalischen Chemie* an.[854] In all seinen Arbeiten orientierte sich Roloff hauptsächlich auf experimentelle bzw. praktisch-technische Gesichtspunkte. Zwar schloss er mehrfach theoretische Betrachtungen in die Darlegungen ein, doch geschah dies nicht auf Basis einer mathematischen Beschreibung des physikalisch-chemischen Sachverhalts. Trotz der Habilitation für Physik ist Roloff für dieses Gebiet in Halle nicht wirksam geworden.

[852] Roloff 1899, S. 80
[853] Roloff 1902
[854] Roloff/Berkitz 1904; Roloff 1907

Nach Roloff begann auch Wigand 1910 seine Tätigkeit in Halle mit physikalisch-chemischen Forschungen. Er setzte seine in Dresden begonnene Analyse des Gleichgewichts zwischen löslichem und unlöslichem, flüssigen Schwefel fort, klärte die Löslichkeit der sogenannten unlöslichen Modifikation des amorphen Schwefels auf und führte eine Reihe von Experimenten zu der dieses photochemische Gleichgewicht bestimmenden umkehrbaren Lichtreaktion durch.[855] Dabei studierte er den Einfluss verschiedener Faktoren auf das Gleichgewicht, bestimmte mittels Spektrophotometer und Spektroskop die Lichtabsorption im flüssigen Schwefel und in Schwefellösungen und korrigierte ein früheres Ergebnis von Roloff. Insgesamt ging er aber über eine abschließende empirische Interpretation der Versuchsergebnisse nicht hinaus. Nach Abschluss dieser Arbeiten wandte er sich sehr bald einem neuen Forschungsthema zu (vgl. Abschnitt 7.3).

7.7 Theorie der Materie – Relativitätstheorie

Die Formulierung der Speziellen wie der Allgemeinen Relativitätstheorie gehört zu den markantesten Ereignissen in der Geschichte der Physik. Die Beteiligung an der Diskussion und der Verbreitung dieser Theorien durch Mie gehört zweifellos zu den wichtigsten Leistungen der Hallenser Physik auf dem Gebiet der theoretischen Physik im Untersuchungszeitraum. Die Spezielle Relativitätstheorie war 1905 von Einstein unabhängig von Lorentz und Poincaré geschaffen worden. Die beiden letztgenannten, speziell Poincaré, hatten zuvor grundlegende Einsichten erzielt und publiziert und waren damit wichtige Schritte hinsichtlich der Ausarbeitung der Theorie gegangen. Ohne Kenntnis dieser Arbeiten hatte Einstein äquivalente Aussagen erhalten und vertieft, den Aufbau der Theorie vereinfacht und zu einem ersten Abschluss gebracht. Konsequent lehnte er die Existenz eines ausgezeichneten Bezugssystems und des Äthers als vermittelndes Medium ab. In den Jahren von 1908 bis 1915 hat Einstein dann um eine Erweiterung der Relativitätstheorie gerungen, die die zu Tage tretenden Schwachstellen vermied und insbesondere die Gravitationstheorie integrierte. Als Ergebnis dieser Forschungen präsentierte er im November 1915 die Allgemeine Relativi-

[855] Wigand 1909; Wigand 1911a; Wigand 1911b

tätstheorie.[856] Der Weg zu der neuen Theorie war gekennzeichnet durch ein stetes Wechselspiel von heuristischen Vorstellungen, tief liegenden theoretischen physikalischen Überlegungen und deren mathematischer Umsetzung. Dieses Wechselverhältnis wurde dabei keineswegs von den physikalischen Ideen dominiert. Die herangezogenen mathematischen Konzepte wirkten ihrerseits auf die Physik zurück, da diese Konzepte jeweils Bestandteil einer ausgebauten Theorie waren und somit für die in diesem Rahmen abgeleiteten mathematischen Sätze und Folgerungen nun die Frage nach deren physikalischer Relevanz entstand. Einstein profitierte in seinen Untersuchungen wesentlich von der von Minkowski geschaffenen mathematischen Formulierung der Speziellen Relativitätstheorie und von der Zusammenarbeit mit Marcel Großmann (1878 – 1936), der ihm den Zugang zur Gauß-Riemann'schen Geometrie eröffnete und eine mathematische Formulierung seiner Konzepte lieferte,[857] aber auch vom Gedankenaustausch mit Hilbert und anderen Wissenschaftlern. Der Weg zur Allgemeinen Relativitätstheorie war keineswegs geradlinig und eindeutig vorbestimmt. Bei der Suche nach einer geeigneten Verallgemeinerung der Speziellen Relativitätstheorie konkurrierten mehrere Gelehrte mit ihren zum Teil erheblich von Einstein abweichenden Ideen miteinander.[858]

An der Ausgestaltung und Weiterentwicklung der Allgemeinen Relativitätstheorie haben sich dann eine ganze Reihe von Wissenschaftlern beteiligt. Zum einen wurden mehrere Folgerungen aus der Theorie abgeleitet und die Akzeptanz der Theorie durch den Nachweis und die quantitative Bestimmung einiger vorausgesagter Effekte sukzessiv verbessert. Zum anderen führte das Streben nach einer einheitlichen Feldtheorie der Physik, einer Theorie, die auf der Basis geometrischer Grundprinzipien neben der Gravitation auch Maxwells Lehre des Elektromagnetismus in sich vereinte, zu verschiedenen Ansätzen und Modellen. Sowohl die Folgerungen aus der Allgemeinen Relativitätstheorie, etwa die Interpretation exakter Lösungen der Einstein'schen

[856] Einstein 1915a; Einstein 1915b; Einstein 1916

[857] Einstein/Großmann 1914; Einstein/Großmann 1915

[858] Die Geschichte der Allgemeinen Relativitätstheorie ist mehrfach genau analysiert und dargestellt worden. Stellvertretend sei auf die Arbeiten [Mehra 1974], [Norton 1984], [Rowe 2001], [Corry 2004] und [Renn 2007] sowie die Reihe *Einstein Sudies* des Birkhäuser Verlages verwiesen.

Feldgleichungen, als auch die Suche nach einer einheitlichen Feldtheorie haben bis zur Gegenwart nichts von ihrem Reiz verloren und harren einer Lösung.

Am Hallenser Physikalischen Institut fand die Relativitätstheorie nur durch Mie in den Jahren von 1916 bis 1924 eine angemessene Berücksichtigung in der Forschung. Ohne die empirische, experimentelle Basis zu vernachlässigen, hatte Mie bereits in Greifswald wichtige theoretische Arbeiten geleistet. Ausgehend von Studien zur Elektrodynamik beschäftigte er sich mit den optischen Eigenschaften kolloidaler Metalllösungen und lieferte 1908 eine mathematische Behandlung der Lichtstreuung an kugeligen dielektrischen bzw. absorbierenden Teilchen. Dabei entdeckte er den sogenannten Mie-Effekt, die Unsymmetrie in der Intensitätsverteilung, die auftrat, wenn sich die Teilchengröße der Wellenlänge des Lichtes annäherte.

1910 publizierte Mie dann sein *Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus*, in dem er erstmalig «die Maxwellsche elektromagnetische Denkweise induktiv aus dem experimentellen Tatsachenmaterial» entwickelte und den bisher in den «experimentellen Lehrbüchern» letztlich eingenommenen «Standpunkt der sogen. Fernewirkung» vermied.[859] Die Elektrizitätslehre als «Ätherphysik» bzw. «Mechanik des Äthers» ansehend und die «Atome der Materie als singuläre Stellen des Äthers» erklärend, grenzte er sich strikt von mechanistischen Auffassungen ab und ließ die für seine weiteren Arbeiten grundlegende Unterscheidung zwischen «Intensitätsgrößen» und «Quantitätsgrößen» erkennen. Die «elektrischen Maßeinheiten [wurden] rein elektrisch definiert».[860] All diese Arbeiten zusammen mit den neusten Einsichten der Quantentheorie führten ihn zu der Schlussfolgerung, dass es notwendig sei, für die Theorie der Materie eine neue Grundlage zu schaffen und so ein einheitliches physikalischen Weltbild zu konstruieren und speziell den Weg zu neuen Einsichten über das Wesen der Atome zu ebnen.

Diese 1911/12 in Greifswald systematisch entwickelte Theorie hat sein weiteres Schaffen wesentlich bestimmt und wurde als der erste, im 20. Jahrhundert unternommene Versuch zur Konstruktion einer vollständigen Theorie der Materie bezeichnet.[861] Der wesentliche Unterschied

[859] Mie 1910, S. VII
[860] Mie 1910, S. VIII f.
[861] Mehra 1981, S. 377

zu anderen Ansätzen bestand darin, dass Mie versuchte, die damals bekannten Elementarteilchen, also das Elektron, mitzuerfassen. Ausgehend von einigen Grundannahmen, wollte er zunächst die Existenz des unteilbaren Elektrons und die untrennbare Verknüpfung zwischen der Gravitation und der Existenz von Materie erklären. Die Annahmen forderten, dass inner- und außerhalb des Elektrons elektrische und magnetische Felder auftraten, das Relativitätsprinzip allgemein gültig sei und die elektromagnetischen Zustandsgrößen – Mie sprach von den bisher bekannten Zuständen des Äthers – nämlich elektrisches und magnetisches Feld, elektrische Ladung sowie Ladungsstrom, vollständig ausreichten, um alle Erscheinungen in der materiellen Welt zu beschreiben.[862] Unter diesen Voraussetzungen leitete Mie die allgemeinen Gleichungen der Ätherphysik ab; im Unterschied zur Theorie von Maxwell und Lorentz nahm er an, dass das dabei auftretende skalare und das Vektorpotential eine reale Bedeutung hätten und keine reinen Rechengrößen seien.

Beim weiteren Aufbau der Theorie musste er für die Behandlung einzelner Teilbereiche, etwa des Elektrons, der Gravitation oder der trägen und schweren Masse, weitere Annahmen machen, die teilweise überflüssig waren und den Überblick über die an sich schon schwierige Theorie noch komplizierter gestalteten. Wenn ihm auch ein befriedigender Abschluss seiner Überlegungen versagt blieb, so lieferte er doch eine Reihe von Anregungen für spätere Untersuchungen. Unter der Voraussetzung der Energieerhaltung und des Prinzips von der Lokalisierbarkeit der Energie und der Energieübertragung gelang es ihm, die unbekannten Funktionen in einer Größe, der sogenannten Weltfunktion, zusammenzufassen, aus der mit Hilfe der Variationsrechnung prinzipiell die Gleichungen für den jeweiligen physikalischen Sachverhalt abgeleitet werden konnten. Die Weltfunktion war eindeutig mit der Hamilton-Funktion verknüpft, so dass letzteres dem Hamilton'schen Prinzip entsprach und speziell die Berechnung der Intensitätsgrößen aus den Quantitätsgrößen und umgekehrt der Quantitäts- aus den Intensitätsgrößen beinhaltete. Die Gestalt dieser Funktion war jedoch völlig unbekannt und «eine äußerst schwierige Aufgabe.»[863]

[862] Mie 1912, S. 511 – 513
[863] Mie 1912, S. 521 – 526

Außerdem war Mie wohl der erste, der eine Quantisierung der Größen für das elektromagnetische Feld für notwendig erachtete. Diese Ideen finden sich später in den Arbeiten von Born und Leopold Infeld (1898 – 1968) bzw. Hilbert wieder.[864] Mies Intentionen lagen aber weniger in dieser theoretischen Richtung. Sein Ziel war vielmehr, die weitere experimentelle Analyse der verschiedenen Erscheinungen vorzubereiten, und aus der Theorie Hinweise auf mögliche experimentell nachweisbare und bestimmbare Effekte abzuleiten. Mie war sich verschiedener Schwächen seiner Theorie vollkommen bewusst und charakterisierte einige seiner Auffassungen «als sehr vage und hypothesenreich». Wenn nötig, wie hinsichtlich der Gravitation, hob er klar hervor, dass die erhaltenen neuen Resultate gegenwärtig keine experimentelle Überprüfung gestatteten. Hermann Weyl fasste die Bedeutung von Mies Darlegungen in die Worte:

> «Wir können also aus den Naturgesetzen die Masse und Ladung des Elektrons, die Atomgewichte und Atomladungen der einzelnen existierenden Elemente berechnen, während wir bisher diese letzten Bausteine der Materie immer als etwas mit seinen numerischen Eigenschaften Gegebenes hingenommen haben.»

Solange die Weltfunktion nicht bekannt sei, bleibe dies aber nur ein Programm. Aber um dieses zu erfüllen, bringe uns die Diskussion willkürlicher Ansätze nicht weiter,

> «sondern es werden neue physikalische Einsichten und Prinzipien nötig sein, die uns den richtigen Weg zur Bestimmung der Hamiltonschen Funktion weisen.»[865]

Die folgenden Jahre mühte sich Mie um einen Ausbau der Theorie und setzte sich mit Arbeiten von Einstein und anderen Gelehrten zur Relativitätstheorie und zur Gravitation auseinander. Die in seiner *Theorie der Materie* abgeleitete Relativität des Gravitationspotentials spielte dabei eine zentrale Rolle, da sie als Prinzip formuliert, sehr bald zu den Grundannahmen seiner Theorie zählte und einen wesentlichen Unterschied zur Theorie Einsteins darstellte. Dem von Einstein und Großmann

[864] Borns Bearbeitung von Mies Theorie war eine der beiden Hauptsäulen, auf die sich Hilbert bei seinen Studien zu den Grundlagen der Physik stützte. Vgl. dazu [Corry 2004], Kap. 6.

[865] Weyl 1923, S. 218

1913 vorgelegten *Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation* stellte er im Jahr darauf «eine allgemeine Theorie der Gravitation mit Tensorpotential» entgegen, «die die Einsteinsche Theorie als einen Spezialfall in sich» schließen sollte.[866] Völlig korrekt hatte er das Festhalten an den geradlinigen Koordinaten und deren Transformationen als einen Schwachpunkt des Entwurfs erkannt. Die von Einstein und Großmann vorgenommene Verallgemeinerung interpretierte Mie als eine Ausdehnung des Relativitätsprinzips auf das Gravitationspotential, was er in seiner Theorie mit sehr einfachen Mitteln erreicht habe. Entschieden widersprach er jedoch der Äquivalenz von schwerer und träger Masse. Er zeigte, wie die Annahme dieser Äquivalenz in seiner Theorie zu einem Widerspruch führte, und verwies darauf, dass sich dieser Widerspruch auch bei Einstein ergeben würde.[867] Im Weiteren analysierte er die Zusatzbedingungen, unter denen diese Äquivalenz richtig wäre.

Als Fazit konstatierte Mie das Scheitern von Einsteins Versuch, das Relativitätsprinzip zu verallgemeinern. Dieses Urteil kann überraschend erscheinen, traten doch in der Arbeit von Einstein und Großmann «die Aufbauelemente der Allgemeinen Relativitätstheorie bereits klar und deutlich hervor,»[868] doch darf es zu diesem Zeitpunkt angesichts der vielen noch ungeklärten Fragen nicht überbewertet werden. Die ‹Tragik› von Mies Beschäftigung mit der Relativitätstheorie besteht darin, dass er auch später an den Grundvoraussetzungen seiner Theorie der Materie festhielt und stets eine eigene, von der allgemeinen Auffassung abweichende Interpretation der Einstein'schen Lehre entwickelte.

Im Frühjahr 1915 unterzog Mie das Prinzip von der Relativität des Gravitationspotentials nochmals einer eingehenden Betrachtung. Er sah es als eine Erfahrungstatsache an, dass das Gravitationspotential «im allgemeinen keinen bemerkbaren Einfluß» auf die materiellen Vorgänge habe. Dieses Prinzip neben dem Relativitäts- und dem Hamilton'schen Prinzip als dritte Grundannahme an die Spitze seiner Überlegungen stellend, studierte er nun die Proportionalität von schwerer und träger Masse. Als Resultat erhielt er die Proportionalität als eine mit großer Genauigkeit approximativ gültige Aussage, falls die Bewegungen der

[866] Mie 1914, S. 115
[867] Mie 1914, S. 117 f.
[868] Schmutzer 1989, S. 93

Moleküle, Atome etc. im Innern der Atome sehr langsam im Vergleich zur Lichtgeschwindigkeit sind. Den von Loránd von Eötvös (1848 – 1919) geführten, sehr genauen Nachweis für die Gleichheit von träger und schwerer Masse erwähnte Mie zwar, wies ihm aber ebenfalls nur einen «empirischen, approximativen Charakter» zu.[869] Auf die Argumentation Einsteins ging er in diesem Zusammenhang nicht ein.

Die Gravitationstheorie und die Auseinandersetzung mit den Arbeiten Einsteins bildeten auch in Halle das zentrale Forschungsthema für Mie. Er gehörte zu den wenigen Gelehrten, die sich mit diesen Fragestellungen intensiv beschäftigten, die Sachverhalte mathematisch wie physikalisch beherrschten, und hat hier eine seiner bedeutenden physikalischen Leistungen vollbracht.[870] Er hatte sich als ausgezeichneter Theoretiker mit einem scharfen Blick für die experimentellen Grundlagen profiliert und setzte diesen Weg am Hallenser Physikalischen Institut fort.

Neben der Analyse aktueller Probleme, die sich insbesondere aus der Integration der Einstein'schen Resultate in seine Theorie der Materie ergaben, bildete die Popularisierung und die allgemein verständliche Darlegung der Grundideen über Gravitation und Materie einen wichtigen Teil von Mies Aktivitäten. Dem erstgenannten Aspekt war eine dreiteilige Artikelserie gewidmet, die aus seinen im Juni 1917 in Göttingen gehaltenen drei Wolfskehl-Vorlesungen hervorging und in der er die Einstein'sche Gravitationstheorie diskutierte.[871] Sehr klar beschrieb er einleitend die durch die neusten Resultate zu den Theorien der Materie und der Gravitation angebahnten Veränderungen im Charakter der theoretischen Physik, hob die enge Verknüpfung mit der Mathematik, speziell der Geometrie, hervor und schlug die Brücke zu Hilberts axiomatischer Methode.[872] Als Beispiele für die Axiome der neueren Physik führte Mie das Hamilton-Prinzip und das Prinzip von der Relativität der Bewegung sowie dessen Erweiterung

[869] Mie 1915, S. 261

[870] Eine ausführliche, über das Folgende hinausgehende Analyse und Einordnung von Mies Arbeiten zur Theorie der Materie wurde von G. Kohl in [Kohl 2002] gegeben, für einen kurzen Überblick vgl. [Hergert 2005]. Zu Mies wohl bedeutendsten Resultat, der mathematischen Beschreibung der Streuung einer elektromagnetischen Welle an einer dielektrischen Kugel, sogenannte Mie-Streuung, vgl. [Horvarth 2009].

[871] Mie 1917

[872] Corry wies hierzu auf eine völlige Fehleinschätzung Mies über das Wesen und den Wert von Hilberts axiomatischer Methode in der Physik hin. Corry 2004, S. 373

zum allgemeinen Relativitätsprinzip an. In den weiteren Darlegungen prüfte er dann, ob diese Axiome, speziell jenes von der allgemeinen Relativität, als Basis für den Aufbau einer Elektromagnetismus und Gravitation umfassenden Theorie dienen konnten.

Mie schlug dazu den üblichen Weg ein und deduzierte sowohl mit physikalischen Argumenten als auch mathematisch eine überprüfbare Aussage. Wie in früheren Arbeiten ging er vom allgemeinen Relativitätsprinzip zum Prinzip der Äquivalenz von Schwere und Trägheit über und zeigte, wie letzteres zu einem Widerspruch führte, den er auch in der inzwischen vollendeten Theorie Einsteins mathematisch formulieren konnte. Als Alternative präsentierte er wiederum das Prinzip von der Relativität des Gravitationspotentials, so dass seine Ausführungen zugleich die Beziehungen zwischen den beiden Theorien auf der Basis des aktuellen Entwicklungsstandes neu bestimmten. Mie lobte mehrfach die von Einstein sowie – hinsichtlich der mathematischen Theorie – von Hilbert vorgelegten Ergebnisse und scharfsinnigen Überlegungen. Beispielsweise sprach er von der «wundervolle[n] Theorie der Gravitation», die Einstein aufgebaut habe «und die man wohl als die Lösung des Rätsels von der Gravitation anzusehen hat. [...] Die Theorie der Materie wird die Gravitation nun einfach in der von Einstein fertig dargebotenen Fassung aufnehmen müssen».[873] Diese Anerkennung der Resultate Einsteins durch Mie harmonierte durchaus mit dem oben angeführten Widerspruch, denn letzterer basierte auf einer unterschiedlichen physikalischen Interpretation des allgemeinen Relativitätsprinzips und Mie glaubte, den erkannten Makel mit dem von ihm eingeführten Prinzip von der Relativität des Gravitationspotentials beseitigt zu haben. Unverkennbar war auch, dass er seine Theorie der Materie für die umfassendere hielt. Keine der zu diesem Zeitpunkt konkurrierenden Theorien konnte bereits auf bestätigende experimentelle Daten verweisen, ein Fakt, der bei der Beurteilung von Mies Vorgehen nicht unberücksichtigt bleiben darf.

In den folgenden Jahren demonstrierte Mie an speziellen Problemen, etwa 1919 an der Wahl eines «vernunftgemäßen Koordinatensystems», die Leistungsfähigkeit seiner Theorie.[874] Durch die ungünstige Wahl des Koordinatensystems konnten bei der Herleitung der physikalischen

[873] Mie 1917, S. 551
[874] Mie 1920

Grundgleichungen scheinbar physikalische Phänomene, wie Bewegungsvorgänge oder Wellen, die keine Energie transportieren, auftreten, die mit der betrachteten Naturerscheinung nichts zu tun hatten und nur durch die Wahl des Koordinatensystems bedingt waren. Mie legte nun ein Verfahren vor, mit dem stets ein «vernünftiges Koordinatennetz» bestimmt wurde, in dem möglichst viel von den «wirklich im objektiven Tatbestand begründet[en]» Sachverhalten erfasst und Willkürliches vermieden wurde. Am Beispiel, das Gravitationsfeld einer schweren Kugel zu bestimmen, wies er nach, dass dieses Feld durch die Wahl des vernunftgemäßen Koordinatensystems eindeutig bestimmt war und bestätigte damit eine früher von Hilbert aus Gründen der Einfachheit getroffene Wahl, während die Schwarzschild'sche Lösung auf einer «unvernünftige[n] nichteuklidische[n] Geometrie» basierte.[875]

Auf der Versammlung der Deutschen Naturforscher und Ärzte in Bad Nauheim trug Mie dann 1920 in der von Mathematikern und Physikern gemeinsam gestalteten Sektion zur Relativitätstheorie die Berechnung des elektrischen Feldes eines geladenen Teilchens vor, das eine gleichförmige Kreisbewegung um ein Gravitationszentrum ausführte. Nach einem im gleichen Jahr erschienenen vorläufigen Bericht legte er dann 1923 eine ausführliche Abhandlung vor. Die Grundidee der Einstein'schen Relativitätstheorie fasste er in dem sogenannten Prinzip von der Relativität der Gravitationswirkungen zusammen:

> «Wenn sich in einem Gravitationsfeld ein im Vergleich zu der felderregenden schweren Masse unendlich kleiner Körper bewegt, so kann man die gesamte innere Struktur dieses Körpers und natürlich auch die Felder, die ihn umgeben, [...], so berechnen, als ob der Körper in einem gravitationsfreien Weltgebiet ruhte, in welchem eine eigentümliche nicht-minkowskische Geometrie herrscht.»

und knüpfte daran seine Vorstellungen von der Einführung eines «vernunftgemäßen Koordinatensystems».[876]

Für drei von ihm unterschiedene Raum-Zeit-Gebiete berechnete er die Lösungen und fügte sie zur Gesamtlösung zusammen. Diese wies die

[875] Mie 1920, S. 74

[876] Mie 1923a, S. 489 f. Weyl kritisierte die Einführung des «vernunftgemäßen Koordinatensystems» als nicht sinnvoll und charakterisierte Mies Konstruktion desselben als nicht eindeutig. Weyl 1922, S. 57 f.

Besonderheit auf, dass das Teilchen keine Energie ausstrahlen würde, die Entwicklung für die elektrischen Feldgrößen enthielt aber Glieder, die eine aus zwei Kugelwellen zusammengesetzte stehende Schwingung darstellten. Als Ursache sah Mie eine unvorsichtige Anwendung des Satzes von der Relativität des Gravitationspotentials an. Die Lösung für das strahlende Teilchen, die man mittels der Maxwell'schen Gleichungen erhielt, ergab sich, wenn man statt eines ruhenden Teilchens im Vakuum ein bewegtes Teilchen in einem elektrischen Drehfeld betrachtete. In der Diskussion dieses Sachverhalts vermerkte Mie, dass nicht nur in der neueren Atomtheorie, sondern «in jeder elektrischen Theorie der Materie, die sich auf der Existenz von Elektronen aufbaut,» die Annahme umlaufender Elektronen ohne Strahlung unvermeidlich erscheine.[877] Weiterhin hielt er es angesichts der sehr starken, im Bohr'schen Atommodell auftretenden elektrischen Felder für möglich, dass diese die dielektrischen und magnetischen Eigenschaften des Äthers nach bisher noch unbekannten Gesetzen veränderten und auf diese Weise ein strahlungsfreier Umlauf der Elektronen denkbar wäre. In diesem Zusammenhang schloss er dann nicht aus, «eine etwas modifizierte Maxwellsche Theorie mit der Tatsache strahlungsfreier Elektronenbahnen im Einklang zu finden».[878]

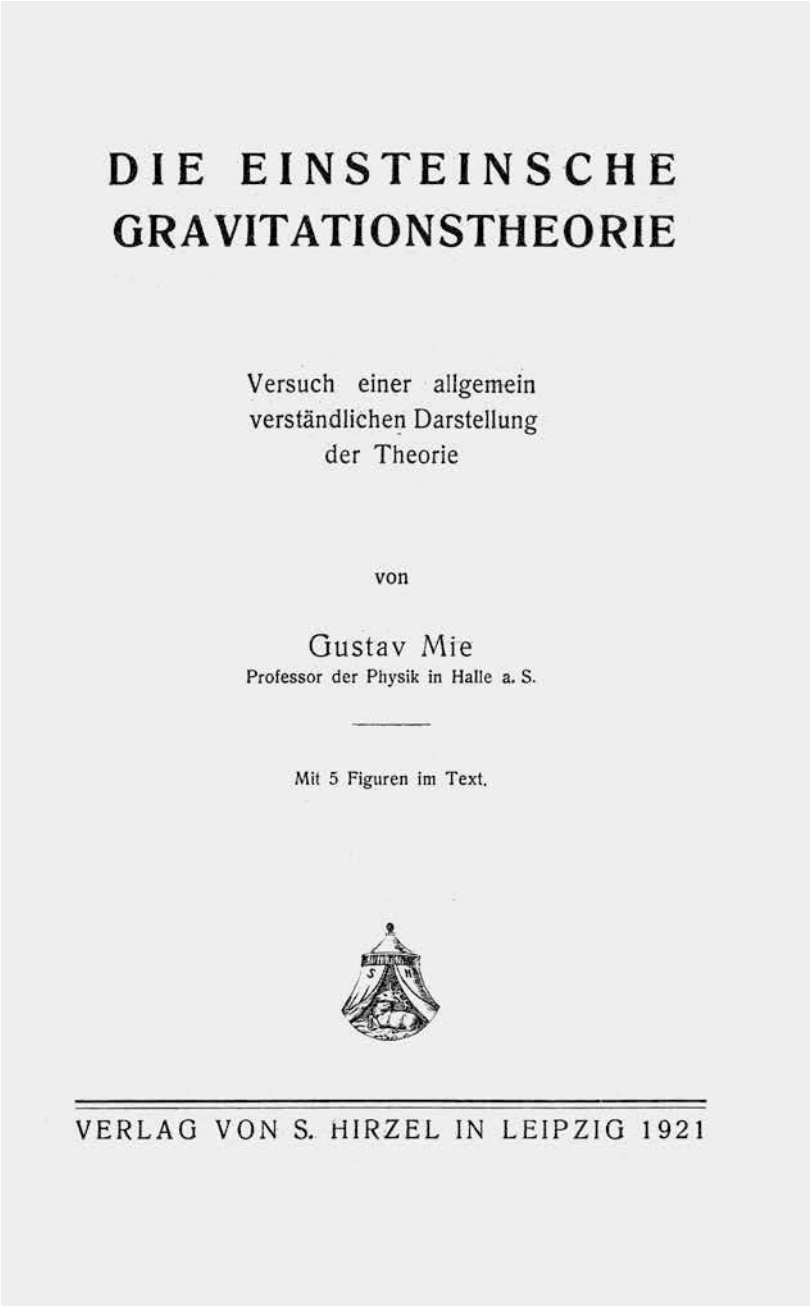
Im Jahr zuvor, 1922, hatte Mie erneut eingehend die Frage der trägen und der schweren Masse analysiert. Durch ein Anpassen von Einsteins Gravitationstheorie an die Vorstellungen der Newtonschen Mechanik strebte er einen anschaulich und einfach vollziehbaren Vergleich «zwischen den Folgerungen der Einsteinschen Theorie und denen der alten Gravitationstheorie» an.[879] Er ordnete dazu Einsteins Theorie in seine Theorie der Materie ein, führte in diesem Rahmen den Vergleich durch und konstatierte eine formelmäßige Gleichheit. Den grundlegenden Unterschied sah Mie darin, dass in Einsteins Bewegungsgleichungen die Größen vierdimensionale Tensoren seien, die zum Beispiel für die träge bzw. schwere Masse von der Geschwindigkeit des Körpers und vom Gravitationspotential abhingen. Die von ihm analysierten Fragen umfassten unter anderem die Addition von Gravitationsfeldern, die Bewegungsgleichungen sowie die träge und schwere Masse von kleinen bzw. großen Körpern und die Energieverhältnisse im Gravitationsfeld

[877] Mie 1923a, S. 556. Als Elektron bezeichnete Mie allgemein ein geladenes Kügelchen.
[878] Mie 1923a, S. 557
[879] Mie 1922, S. 1

mit der sogenannten Energie der Lage. Als «hervorstechendste Eigenschaft» von Einsteins Theorie hob Mie hervor, dass die materiellen Teilchen sich den Änderungen des Gravitationspotentials anpassen können[880] und im Schwerefeld «genau ebenso existenzfähig» sind «wie in einem völlig feldfreien Gebiet». Da dies für das elektromagnetische Feld höchstwahrscheinlich nicht allgemein erfüllt sei, müsse hier die alte Mechanik durch die Quantenmechanik ersetzt werden.[881]

Neben den vorwiegend an Fachkollegen gerichteten Arbeiten engagierte sich Mie auch für eine allgemein verständliche Darstellung der Relativitätstheorie. Hierzu publizierte er 1921 eine kleine Monographie mit dem Titel *Die Einsteinsche Gravitationstheorie*, die im darauffolgenden Jahr auch in französischer Übersetzung erschien.[882] Bereits im Vorwort betonte er, «über die prinzipielle Bedeutung der Einsteinschen Gravitationstheorie eine andere Auffassung als die meistens vorgetragene» zu haben.[883] Inhaltlich offenbarte die Arbeit keine neuen Aspekte. Ausgehend von allgemeinen Überlegungen zur Orientierung in Raum und Zeit, behandelte Mie die Konstruktion eines Koordinatensystems, wobei unverkennbar ein «vernunftgemäßes» System angestrebt wurde, und erläuterte dann die Grundsätze der Theorie, insbesondere die Prinzipien von der Relativität des Gravitationspotentials und von der Relativität der Gravitationswirkungen oder des Gravitationsfeldes, wie er es an anderer Stelle nannte. Deutlich hob er hervor, dass sich Einsteins Relativitätstheorie von allen anderen Relativitätstheorien gerade durch die Gültigkeit des letztgenannten Prinzips der Relativität des Gravitationsfeldes auch in größeren Räumen unterschied, was mathematisch der allgemeinen Transformierbarkeit der Koordinatensysteme bzw. der formelmäßigen Unabhängigkeit der Naturgesetze von der Wahl des Raum-Zeit-Koordinatensystems entsprach. Genau dies war auch der Punkt, in dem Mie der Einstein'schen Theorie widersprach. Insgesamt präsentierte er seine Vorstellungen vom «Standpunkt des beobachtenden und messenden Naturforschers» und betonte das Physikalische der Theorie, ohne die Wissenschaftlichkeit der Darlegungen zu vernachlässigen.

[880] Mie 1922, S. 50
[881] Mie 1922, S. 1
[882] Mie 1921a
[883] Mie 1921a, Vorwort



DIE EINSTEINSCHE GRAVITATIONSTHEORIE

Versuch einer allgemein verständlichen Darstellung der Theorie

von

Gustav Mie
Professor der Physik in Halle a. S.

Mit 5 Figuren im Text.

VERLAG VON S. HIRZEL IN LEIPZIG 1921

Abbildung 7.9
Titelblatt von Mies populärwissenschaftlicher Abhandlung zur Gravitationstheorie

Mie hat sich im breiteren Rahmen für die Popularisierung der Physik eingesetzt und bemühte sich auch dabei, aktuelle Fragen der Forschung verständlich und adäquat zu präsentieren. Von diesen Aktivitäten seien nur seine Rede beim Antritt des Rektorats in Greifswald im Jahre 1916 *Naturgesetz und Geist* und die völlige Neugestaltung seines Bändchens *Moleküle, Atome, Weltäther* zu dem Werk *Das Wesen der Materie*, von dem 1919 das erste Bändchen erschien, genannt.[884] In der Rektoratsrede, in der er allgemein Fragen der physikalischen Naturbeschreibung, speziell die Frage der Kausalität, thematisierte, stellte er unter anderem, ohne den Namen ihres Schöpfers zu nennen, Einsteins Gravitationstheorie vor und charakterisierte sie als eine höchst interessante Theorie, in der «mit großer mathematischer Kunst [...] die Größen, die das Gravitationsfeld beschreiben, rein geometrisch im Sinne der vierdimensionalen Geometrie umgedeutet werden».[885]

Mit dem Wechsel von Halle nach Freiburg im Jahre 1924 endete Mies intensive Auseinandersetzung mit der Allgemeinen Relativitätstheorie, er hatte jedoch weiterhin deren Folgerungen bei einigen speziellen Erscheinungen sowie andere aktuelle Probleme der physikalischen Forschung im Blick. Mitte der 20er Jahre griff er die erstgenannte Thematik zwar nochmals auf, doch konzentrierte er sich in den folgenden Jahren auf die Verbindung der Elektrodynamik mit der Quantentheorie zur Quantenelektrik sowie auf die Analyse grundlegender Strahlungseffekte.[886]

Mies Forschungstätigkeit am Hallenser Physikalischen Institut war somit durch den Ausbau seiner wenige Jahre zuvor geschaffenen Theorie der Materie in Konkurrenz zur Allgemeinen Relativitätstheorie Einsteins geprägt. Als Inhaber des Lehrstuhls für Experimentalphysik repräsentierte er in der Zeit seines Wirkens in Halle faktisch die theoretische Physik und lieferte ein Musterbeispiel für die durch die neueren Fortschritte in der Physik notwendig gewordene Veränderung im Zusammenspiel von Mathematik und Physik. Zwar überließ er die exakte mathematische Herleitung und Behandlung verschiedener Sachverhalte den Spezialisten, doch versäumte er kaum eine Gelegenheit, um den

[884] Mie 1916; Mie 1919. Das zweite Bändchen *Weltäther und Materie* des Werkes konnte nicht nachgewiesen werden und ist vermutlich nie erschienen.

[885] Mie 1916, S. 157

[886] Mie 1925a; Mie 1928; Mie 1931; Mie 1925b

hohen Stellenwert einer mathematischen Beschreibung physikalischer Erscheinungen zu unterstreichen und zu betonen, wie wichtig die Beherrschung des mathematischen Apparates für das Verständnis und die Lösung der einzelnen Aufgaben war. Sein Bestreben, zu beobachtbaren Konsequenzen der Theorie zu kommen und in den Betrachtungen mehrfach den Standpunkt des messenden, also des Experimentalphysikers einzunehmen, reflektierte außerdem sein Verständnis vom veränderten gegenseitigen Verhältnis von theoretischer und experimenteller Physik. Für mehr als ein Jahrfünft fanden somit die Wechselwirkungen zwischen Mathematik und Physik am Hallenser Physikalischen Institut mit Mie eine ausgezeichnete Repräsentanz.

8 Hallenser Mathematiker und Physiker und die örtlichen Gelehrten Gesellschaften und Vereine

Auch die außeruniversitären, örtlichen, naturwissenschaftlich orientierten Vereinigungen von Forschern sind im Hinblick auf das Untersuchungsthema von Interesse. Ihre Sitzungen boten Gelegenheit zum fachübergreifenden Austausch, ihre Publikationsorgane standen den Mitgliedern, teilweise auch Nichtmitgliedern, offen. Einige Vereinigungen stellten sogar Mittel zur Verfügung, um Forschungsprojekte (zumindest teilweise) zu finanzieren. Drei solcher Körperschaften hatten ihren Sitz im Untersuchungszeitraum in Halle: die im 18. Jahrhundert gegründete Naturforschende Gesellschaft zu Halle, der Mitte des 19. Jahrhunderts entstandene Naturwissenschaftliche Verein für Sachsen und Thüringen und die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, die 1878 permanent nach Halle übergesiedelt war.[887] Die folgende Darstellung konzentriert sich vor allem auf das Engagement der Hallenser Mathematiker und Physiker in diesen Vereinigungen und die Präsenz von Mathematik und Physik in Vorträgen und Publikationen.

8.1 Naturforschende Gesellschaft zu Halle

Die 1779 gegründete Naturforschende Gesellschaft zu Halle, welche im 19. Jahrhundert das lokale wissenschaftliche Leben noch durch Vorträge bereicherte, erlebte im Untersuchungszeitraum ihren Niedergang.[888] Um

[887] Zur Vorgeschichte dieser Vereinigungen vgl. Abschnitt 9 in [Schlote/Schneider 2009].

[888] Vgl. [Kleinert 2000] sowie die Publikationen der Gesellschaft.

der Gesellschaft «etwas Leben einzuhauchen», wurde 1891 der Vorschlag, mit dem Naturwissenschaftlichen Verein für Sachsen und Thüringen zu fusionieren, diskutiert und schließlich abgelehnt. Stattdessen begnügte man sich mit geringfügigen Änderungen im Bereich der Geschäftsführung und der Publikationen, welche in neuen Statuten festgehalten wurden.[889] Mitte der 1890er Jahre wurde beschlossen, die zugehörige Bibliothek mit der des Naturwissenschaftlichen Vereins für Thüringen und Sachsen und des Vereins für Erdkunde zusammenzulegen. 1912 übernahm dann die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina den gesamten Bibliotheksbestand. Die genaueren Umstände sind leider nicht bekannt. Als letzte Veröffentlichung erschien 1919/20 eine Ausgabe der *Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle*. Zu dieser Zeit scheinen auch die Vortragssitzungen eingestellt worden zu sein. Das weitere Schicksal der Gesellschaft ist ab 1920 schlecht dokumentiert. Der letzte bekannte Vorsitzende, der Neurologe Gabriel Anton (1858 – 1933), verstarb 1933. Bis 1935 war die Gesellschaft noch im örtlichen Telefonbuch eingetragen. Im Dezember 1942 gingen Teile des Archivs der Gesellschaft an die Leopoldina über. Dies stand im Einklang mit den Statuten der Gesellschaft, welche seit 1911 einen Paragraphen zur deren Auflösung (§ 19) enthielt. Damit ist zu vermuten, dass die Gesellschaft spätestens ab Anfang der 1920er Jahre starke Auflösungserscheinungen aufwies. Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich daher auf den Zeitraum zwischen 1890 und 1920.

Die Naturforschende Gesellschaft hatte in diesem Zeitraum zwischen 57 und 82 ordentliche Mitglieder, von denen die Mehrheit Universitätsangehörige waren. Die Hallenser Mathematiker und Physiker waren mit Buchholz, Cantor, Dorn, Grammel, Gutzmer, Knoblauch, Mie, Pfeiffer, Schmidt, Wangerin und Wigand im Verein gut vertreten. Knoblauch, Gutzmer und Schmidt übernahmen zudem Leitungsfunktionen.[890]

---

[889] *Bericht über die Sitzungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle* (im Jahr 1891) 1892, Sitzungen vom 7.10.1891, 19.12.1891 (S. 88 f.) und (im Jahr 1892) 1892, Sitzung vom 16.1.1892, *Jahresbericht und Mitgliederliste der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle* 1894

[890] Knoblauch wurde in die Geschäftsführung (1890) und als Vorsitzender (jeweils für zwei Monate im Jahr 1890 u. 1892) gewählt. Gutzmer hatte das Amt des Vorsitzenden (1911) und stellvertretenden Vorsitzenden (1912) inne. Schmidt war als Rendant (1910, 1911) für die Finanzen zuständig.

Unter den auswärtigen Mitgliedern befanden sich u. a. Hermann von Helmholtz und Franz Neumann.

Im Jahr 1913 wurden auf Vorschlag von Schmidt 1000 Mark, und damit über ein Drittel des Vereinsvermögens, dem neu gegründeten Aerophysikalischen (auch: Aerodynamischen) Forschungsfonds Halle zur Verfügung gestellt, um Freiballonfahrten zur Erforschung der physikalischen Verhältnisse der Atmosphäre zu ermöglichen. Die Ergebnisse der von Hallenser Physikern geplanten und durchgeführten Forschungsflüge sollten im Gegenzug zuerst in den Publikationen der Naturforschenden Gesellschaft veröffentlicht werden. Der Aerophysikalische Forschungsfonds wurde auch von der Philosophischen Fakultät sowie von Bürgern der Stadt Halle finanziell getragen und unterstützte nicht weniger als 16 wissenschaftliche Ballonaufstiege, bei denen unter anderem die Entdeckung der kosmischen Strahlung durch Victor F. Hess kurze Zeit zuvor, für die dieser 1936 den Nobelpreis erhielt, unabhängig bestätigt werden konnte.[891] Durch das öffentliche Engagement der Hallenser Physiker wurden also teure Forschungsvorhaben realisierbar, die ohne private Finanzierung kaum oder nur im kleineren Rahmen hätten durchgeführt werden können.

Die *Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Halle* enthielten um die Jahrhundertwende viele Artikel zu physikalischen Themen. Es waren hauptsächlich zwei Hallenser Physiker, welche sich dort mit überwiegend stark experimentell orientierten Arbeiten hervortaten: Dorn[892] publizierte über Röntgenstrahlen, Radium und andere radioaktive Substanzen, Schmidt[893] zur Elektrizitätslehre, vor allem zu schnellen Schwingungen, aber auch zur Gewitterforschung und zu technischen Aspekten im Zusammenhang mit der drahtlosen Telegraphie und der sich rasch entwickelnden Rundfunktechnik. Zum Teil gingen ihre Beiträge auf Vorträge in den Sitzungen der Gesell-

[891] *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle* 3 (1913), S. 55; UAH, PA 17041 (Wigand): Zeitungsausschnitte der *Saale Zeitung*; *Zeitschrift für Naturwissenschaften* 85 (1915), Sitzungsbericht vom 13.11.1913

[892] Dorn 1896a; Dorn 1896b; Dorn 1901a; Dorn 1901b; Dorn 1901c; Dorn 1901d; Dorn 1903b. Vgl. Abschnitt 7.4.1. Außerdem beteiligte sich Dorn auch an einem Artikel zur Chemie [Dorn/Völlmer 1896]. Die Arbeit zu Gasspektra von Berndt [Berndt 1903] entstand 1903 in Breslau.

[893] Schmidt 1892c; Schmidt 1893d; Schmidt 1896b; Schmidt 1903a; Schmidt 1903b; Schmidt 1903c; Schmidt 1903d

schaft zurück. Damit war die Physik in dieser Zeit in der Gesellschaft relativ stark vertreten. Die Publikation der zunehmend unregelmäßig erscheinenden *Abhandlungen* wurde 1906 vorübergehend eingestellt. In der 1912 begonnenen neuen Folge erschien 1913–14 eine dreiteilige Mitteilung zu physikalischen Untersuchungen im Freiballon, an denen u. a. Wigand beteiligt war.[894] Sie erschienen gleichzeitig als Publikation in der Reihe *Abhandlungen des Aerophysikalischen Forschungsfonds Halle*.[895] In weiteren Vorträgen und Mitteilungen (s. u.) zeigte sich der Ertrag der finanziellen Unterstützung des Aerophysikalischen Forschungsfonds durch die Naturforschende Gesellschaft.

In den *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle* (1911–1920) erschienen neben Berichten über das Vereinsleben kürzere Fachartikel: Schmidt publizierte zur Elektrizitätslehre[896], Dorn zu Radium[897], Pfeiffer zum Turbulenzproblem[898] und Wigand zur physikalischen Aerologie[899]. Bis auf Pfeiffers Beitrag, der mit seinem Habilitationsvortrag fast identisch war, beruhten alle Beiträge auf im Rahmen der Naturforschenden Gesellschaft gehaltenen Vorträgen. Weitere Vorträge von Schmidt[900] und Dorn[901] betrafen

[894] Wigand/Lutze 1913; Lutze/Everling 1914; Kolhörster/Wigand/Stoye 1914

[895] *Abhandlungen des Aerophysikalischen Forschungsfonds* Nr. 1, 8, 13

[896] Schmidt 1909a; Schmidt 1913; Schmidt 1914

[897] Dorn 1913

[898] Pfeiffer 1913

[899] Wigand 1914a

[900] «Ueber den elektrischen Leitungswiderstand tierischen Gewebes» (November 1892), «Einige Versuche aus dem Gebiete der Wärmelehre» (1896), «Die optische Bank nach Paalzow» (1896), «Die modernen Anschauungen über die Kräfte der Elektricität» (1896), «Die Photographie in natürlichen Farben» (1896), «Beugungserscheinungen bei Röntgen-Strahlen» (1897), «Ueber die Ablenkung der Kathodenstrahlen durch elektrische Schwingungen. 1. und 2. Mitteilung» (1898), «Langsame elektrische Schwingungen» (März 1911), «Strahlengang und magnetische Ablenkung der an scharfen Kanten hervorgerufenen Sekundärstrahlen des Radiums» (1913), «Einfluß der Kathodenstrahlen auf die Lichtbewegung» (Mai 1913)

[901] «Ueber die elektrische Leitungsfähigkeit von wässrigen und alkoholischen Jodnatriumlösungen» (1892/93), «Ueber die Vorschläge zu gesetzlichen Bestimmungen über elektrische Masseinheiten, entworfen durch das Curatorium der physikalisch-technischen Reichsanstalt» (1892/93), «Eine Quecksilberverbindung des Argons» (1896), «Demonstration einiger mit Argon gefüllter Spektralröhren» (1896), «Kathoden- und Röntgenstrahlen» (1897), «Photographie mit Röntgen-Strahlen» (1897), «Ueber die Einwirkung von Salzsäure auf metallisches Natrium bei niederen

hauptsächlich verschiedene Aspekte der Elektrizitätslehre und der Strahlungsphysik, berührten aber auch Themen aus der Technik, Optik, Wärmelehre und der Chemie. Wigand[902] und Kolhörster[903], einer der Begründer der Forschung zur kosmischen Strahlung, trugen über bei Ballonfahrten gewonnene meteorologisch-physikalische Ergebnisse vor und Grammel[904] berichtete über Forschungsansätze im Bereich der Aerodynamik. Mie[905] widmete sich atomphysikalischen Themen.

Im Untersuchungszeitraum gab es nur einen einzigen Vortrag zur Mathematik: Cantor referierte im Juli 1910 über «Die Tatsachen, auf welchen die Mengenlehre beruht». Mathematik und mathematische Physik waren also bis auf zwei Ausnahmen (Pfeiffer, Cantor) in Publikation und Vorträgen nicht präsent.

8.2 Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen

Der Naturwissenschaftliche Verein für Sachsen und Thüringen war 1848 als Alternative zur Naturforschenden Gesellschaft gegründet worden.[906] Ihm gehörten während des Untersuchungszeitraums im Durchschnitt

Temperaturen» (1897, zusammen mit B. Völlmer), «Schwingungsrichtungen bei Röntgen-Strahlen» (1897), «Neue Untersuchungen über Röntgen-Strahlen» (1897), «Ueber ein von ihm [Dorn] aufgefundenes neues Spektrum des Argons» (1898), «Ueber die Entladung elektrischer Körper durch Röntgenstrahlen» (1898), «Ueber Tesla-Ströme» (1898), «Ueber Wärmewirkung der Röntgenstrahlen» (1898), «Ueber Marconis Funkentelegraphie» (1899), «Kritische Bemerkungen zu der Entdeckung des neuen Gases Aetherion» (1899), «Ueber die Wahrnehmung der Röntgenstrahlen seitens eines total Farbenblinden» (1899)

902 «Messung der elektrischen Leitfähigkeit in der freien Atmosphäre bis 9000 m» (März 1914), «Verhalten der ultravioletten Sonnenstrahlung in großen Höhen» (März 1914), «Messungen des elektrischen Spannungsgefälles in der freien Atmosphäre bis 9000 m» (März 1914, zusammen mit Everling), «Die Ionisation der Atmosphäre (mit Lichtbildern)» (November 1919)

903 «Messungen der durchdringenden Strahlung in großer Höhe» (März 1914)

904 «Die wissenschaftlichen Grundlagen des Fliegens» (März 1920)

905 «Die Erforschung der Physik des inneren Atoms durch Röntgenstrahlen» (Juni 1918), «Der Zerfall der Atome bei den radioaktiven Prozessen» (Juli 1919)

906 Eine gründliche Untersuchung der Geschichte dieses Vereins im 20. Jahrhundert steht noch aus. Grundlage der vorliegenden Arbeit sind die Veröffentlichungen des Vereins.

ca. 200 Mitglieder an, von denen der größte Teil in Halle und Umgebung wohnte. Von den Hallenser Physikern und Mathematikern waren Wiener, Cornelius, Knoblauch und Smekal dem Verein beigetreten, wie wahrscheinlich auch die dort Vortragenden Schmidt, Wigand, Hanle und Faessler. Der Verein veranstaltete fast durchgängig Vorträge vor allem zu Themen aus den Bereichen der Geologie, Mineralogie, Botanik und Zoologie. Viele der Vorträge hatten einen lokalen oder regionalen Bezug. Da ein großer Teil der Vorträge öffentlich war, erreichten sie ein großes Publikum. Nachdem die vom Verein herausgegebene *Zeitschrift für Naturwissenschaften*[907] in zehn Jahren nur einmal erschienen war, wünschte man sich 1927 eine Erweiterung des Themenspektrums im Verein um u. a. chemische und physikalische Beiträge, wenn möglich mit heimatkundlichen Bezügen.

In einer Rede zum 90-jährigen Vereinsbestehen 1938 erörterte der Vorsitzende des Vereins, der Zoologe Wolf Herre (1909 – 1997), die Bedeutung und Aufgaben naturwissenschaftlicher Vereine in Deutschland.[908] Herre ging dabei auch auf die aktuelle politische Situation ein und versuchte Bezüge zum nationalsozialistischen Deutschland herzustellen. Er betonte zunächst die Bedeutung der «Wechselrede», welche einen Vortrag im Verein von dem in einer Akademie unterscheide. Wahrscheinlich wurde damit die Möglichkeit zur Unterbrechung des Vortrags durch Fragen und Einwände sowie zur kritischen Diskussion angesprochen. In Abgrenzung zu den Akademien und Hochschulen verstand Herre die Aufgabe der Vereine, als «in mühevoller Kleinarbeit Ansätze zur Liebhaberarbeit [zu] wecken, [zu] pflegen und zu reicher Frucht [zu] entfalten». Diese kleinen Bausteine, so Herre, seien nötig für den Fortschritt und den Ausbau des (wissenschaftlichen) Ganzen. Er illustrierte diese zu den Hochschulen und Akademien supplementäre Aufgabe der Vereine an Beispielen aus dem Bereich der Zoologie. Für die Physik des ausgehenden 19. Jahrhunderts und des 20. Jahrhunderts erscheint die von Herre skizzierte Konzeption angesichts ihrer theoretischen Durchdringung und der meist aufwendigen (und teuren) Technik zur Gewinnung empirischer Daten eher unangebracht, so dass dies den geringen Anteil der Physik am Vereinsleben teilweise

[907] Die Zeitschrift wurde 1882 als Nachfolgerin der seit 1853 erscheinenden *Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften* gegründet.

[908] Herre 1938

erklären kann. Mit der Publikation der letzten Ausgabe der *Zeitschrift für Naturwissenschaften* verliert sich 1941 die Spur des Vereins.[909] Der Verein hatte zu diesem Zeitpunkt 184 Mitglieder, hielt noch Vortragssitzungen ab und kündigte aufgrund der kriegsbedingten Schwierigkeiten bei der Herausgabe der Zeitschrift deren unregelmäßiges Erscheinen an.

Vereinsvorträge zur Mathematik gab es im Untersuchungszeitraum äußerst selten, wohingegen Themen der Physik gelegentlich zur Sprache kamen. Wiener berührte in seinen Vorträgen nicht nur die Geometrie, sondern sprach auch zu Themen der Astronomie und der Meteorologie.[910] Hier zeigte sich, wie weit das Spektrum der Forschungsinteressen Wieners reichte. Kurz vor dem Ersten Weltkrieg berichtete der Hallenser Assistent für Mathematik und Physik Emil Everling (1890 – 1973) über wissenschaftliche Ballonfahrten, welche vom Aerophysikalischen Forschungsfonds finanziell unterstützt wurden. Wigand trug 1924 zur Physik des Gewitters vor, Hanle 1929 über die korpuskularen Eigenschaften des Lichtes und die Wellennatur der Materie. Smekal erläuterte zweimal Aspekte der Atomtheorie.[911] Faessler berichtete 1941 über Schnee- und Eiskristalle. Weitere Vorträge zur Physik gab es kaum.[912]

In der *Zeitschrift für Naturwissenschaften* war die Physik nur bis Anfang des 20. Jahrhunderts einigermaßen vertreten. Bis 1896 veröffentlichte Schmidt regelmäßig Abhandlungen zur Physik. Sie betrafen hauptsächlich die Elektrizitätslehre[913], aber auch die Gewitterforschung[914],

---

[909] Nach einer mündlichen Mitteilung von G. Berg soll der Verein nach 1945 weiterexistiert haben.

[910] «Geometrische Modelle» (September 1893), «Ursachen der eigenthümlichen Vertheilung der Jahreszeiten auf dem Mars» (Februar 1894), «Die geometrische Konstruktion zweier Sinusschwingungen» (Mai 1894) [Quelle: *Zeitschrift für Naturwissenschaften* 66 (1893) u. 67 (1894)]. «Konstruktive Darstellung von Raumkurven», «Die Entstehung der Jahreszeiten auf dem Mars», «Die Sohncke'sche Gewittertheorie» (alle 1894) [Quelle: *Bericht* 47 (1894) des Naturwissenschaftlichen Vereins für Sachsen und Thüringen].

[911] «Der Bau der Atome» (1937/38), «Die Umwandlung der Atome und ihre Anwendungsmöglichkeiten» (Oktober 1940)

[912] Edmund von Lippmann (1857 – 1940): «Weiteres zur Relativitätstheorie» (November 1922); Hermann Reinhold (1893 – 1940): «Ionenbeweglichkeit in festen Salzen und Mischkristallen» (Januar 1931)

[913] Schmidt 1892a; Schmidt 1892b; Schmidt 1893b; Schmidt 1895

[914] Schmidt 1890; Schmidt 1893a

die Optik[915], die Elektrochemie[916] und die Röntgenstrahlen[917]. Schmidt schrieb außerdem einige Nachrufe auf Physiker.[918] Schmidts Beiträge bildeten im Untersuchungszeitraum den Hauptteil der dort gedruckten Beiträge zur Physik. Außer Berndt, der 1901 eine kleine Mitteilung über seinen Vortrag zu Bandenspektren des Aluminium- und Bleioxyds darin drucken lies, nutzte kein weiterer Hallenser Physiker die Zeitschrift als Publikationsort. Ab 1897 wurden nur vereinzelt Artikel zur Physik veröffentlicht.[919] Die Mathematik war in der vereinseigenen Zeitschrift im Untersuchungsraum nur durch einen Beitrag von Wiener vertreten.[920] Eine Ausnahme bildete die Astronomie: Im Band 75 (1902) plazierte der angehende Astronom Max Jacobi eine Reihe von physik- und astronomiehistorischen Beiträgen. Unter den Rezensionen befanden sich jedoch ziemlich regelmäßig Bücher zur Mathematik und Physik.

8.3 Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina

Die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, im Folgenden kurz Leopoldina genannt, hatte ihren Sitz seit 1878 permanent in Halle gewählt und unter ihrem Präsidenten Knoblauch bereits wichtige Reformen durchgeführt.[921] Auch wenn damit die Grundlage für eine Erneuerung der Akademie gelegt worden war, so stand zu Beginn des Untersuchungszeitraums die Leopoldina noch immer abseits der modernen Entwicklungen in den Wissenschaften. Zwar änderten sich die Mitgliedsstrukturen zugunsten der aufstrebenden Disziplinen Mathematik, Physik und Chemie, aber dies hatte nur geringe Auswirkungen auf die Frequenz und die Qualität von akademieeigenen Publikationen

[915] Schmidt 1893c
[916] Schmidt 1894c
[917] Schmidt 1896a
[918] Schmidt 1893e; Schmidt 1894d; Schmidt 1894e
[919] Zur Strahlungsphysik: [Koethner 1899], [Schoeps 1899]; zu theoretischen Grundlagen und Konzepten: [Schnehen 1915], [Stickers 1915]; zur Kristallphysik: [Schulze 1928].
[920] Wiener 1894a
[921] Zur Geschichte der Leopoldina siehe [Parthier/Engelhardt 2002], insbesondere die Beiträge [Kaasch/Kaasch 2002a], [Kaasch/Kaasch 2002b], [Gerstengarbe/Seidler 2002].

in diesen Bereichen. Im Untersuchungszeitraum geriet die Akademie mehrmals – durch interne Probleme und externe Einflüsse – in große finanzielle Schwierigkeiten, welche den Druck ihrer Publikationen, den Unterhalt ihrer Bibliothek sowie ihre Verwaltung stark beeinträchtigte. Neben öffentlichen Geldern wurden deshalb zunehmend auch Spenden aus der Wirtschaft und Industrie akquiriert. Beispielsweise spendete der Großkaufmann Max Gutzmer, ein Bruder des Präsidenten August Gutzmer, in der Inflationszeit Anfang der 1920er Jahre eine größere Summe, die der Einrichtung einer «*Max-Gutzmer Preisstiftung für Mathematik*» diente.[922] Ob dieser Preis je verliehen wurde, ist unklar und aufgrund der Inflation und des baldigen Todes von A. Gutzmer eher unwahrscheinlich. Erst unter der Ägide von Emil Abderhalden (1877 – 1950), der ab 1932 bis zu seinem Tod Akademiepräsident war, erholte sich die Akademie finanziell.

Unter Gutzmers Nachfolger, dem Geologen und Paläontologen J. Walther, wurden 1924 erstmals regelmäßig monatliche Zusammenkünfte zu Vorträgen der Mitglieder in Halle abgehalten. Mit ein Grund für den Zeitpunkt dieser bereits zuvor öfter diskutierten strukturellen Neuausrichtung war die Beendigung der von der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle regelmäßig organisierten Vorträge. Der Schritt weg von der reinen Korrespondenzakademie bedeutete für Halle in wissenschaftlicher Hinsicht einen Gewinn. Nicht nur die Akademiemitglieder der Region profitierten von den regelmäßigen Sitzungen und dem wissenschaftlichen Austausch, sondern auch Universitätsdozenten und Lehrer für Naturwissenschaften an höheren Schulen, die ab den 1930er Jahren als Zuhörer bei den Sitzungen zugelassen waren. Die Anzahl der Mitglieder aus der Region Halle nahm zudem unter dem Präsidium von Walther in den 1920er Jahren stark zu, so dass manch einer die Leopoldina als «Hallesche Akademie» oder verächtlich auch als «Assistenten-Akademie» bezeichnete. Abderhalden, Walthers Nachfolger, hat dieser Provinzialisierung nachhaltig entgegengewirkt und

[922] Es sollte einmal im Jahr eine in Deutschland publizierte, ausgezeichnete mathematische Arbeit eines deutschen Mathematikers (oder ausnahmsweise auch eine Arbeit, die zur Lösung der Max Gutzmer-Preisaufgabe bei der Leopoldina eingereicht worden war) prämiert werden. Das Preisgeld sollte aus den Zinsen finanziert werden. [Quelle: *Leopoldina – Mitteilungen der Deutschen Akademie der Naturforscher* 58 (1922/23), S. 18].

durch die Neuaufnahme zahlreicher nahmhafter Gelehrter das Ansehen der Akademie deutlich verbessert. Allerdings veranlasste die Akademieleitung von sich aus gleichzeitig die Streichung von «nichtarischen» Mitglieder aus den Mitgliedslisten während des nationalsozialistischen Regimes.[923]

Mit den Präsidenten Knoblauch (Präsident von 1879 bis 1895), Wangerin (1906 bis 1921) und Gutzmer (1921 bis 1924) hatten Hallenser Physiker und Mathematiker großen Anteil an der Organisation der Akademie. Im Untersuchungszeitraum waren fast alle Hallenser Ordinarien für Mathematik und Physik Mitglied der Leopoldina.[924] Außerdem wurden zunehmend bedeutende in- und ausländische Mathematiker und Physiker als Mitglieder hinzugewählt, wenn auch manchmal sehr spät.[925] Die Versäumnisse des vorangehenden Jahrhunderts wurden ausgeglichen. So übertraf die Mitgliederzahl der Fachsektionen Mathematik, Physik und Chemie bereits Anfang des 20. Jahrhunderts die der traditionell stark vertretenen Botanik, Zoologie und Anatomie. Die Leopoldina-Auszeichnung für hervorragende wissenschaftliche Leistungen, die Cothenius-Medaille (CM) und die höchste Auszeichnung für Mitglieder, die Ehrenmitgliedschaft (EM), erhielten gelegentlich auch Mathematiker und Physiker. Unter den Ausgezeichneten befanden sich neben international bedeutenden Gelehrten wie David Hilbert (CM 1906, EM 1932) und Max Planck (EM 1941) auch der Hallenser Mathematiker Wangerin (CM 1922, EM 1926).[926]

Während die Anzahl der Akademie-Veröffentlichungen zur Mathematik und zur Physik in den *Nova Acta Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Germanicae Naturae Curiosorum* (bis 1928) und den *Nova Acta Leopoldina* (ab 1932/34) zwar im Vergleich zum 19. Jahrhundert zunahm, waren diese in ihrer Qualität und Aktualität nur selten auf der Höhe der Zeit. Zur Physik wurde kaum etwas publiziert. Etwas besser, zumindest in quantitativer Hinsicht, war es um die Mathematik bestellt. Wangerin sorgte in den ersten drei Dekaden für die Veröffentlichung von

[923] Gerstengarbe/Seidler 2008

[924] Zur Mathematik und Physik in der Leopoldina vgl. [Folkerts/Knobloch 2002] und [Kleinert/Berg 2002].

[925] David Hilbert und Albert Einstein wurden beispielsweise erst 1932 Leopoldina-Mitglied. Letzterer wurde Anfang 1933 als erstes jüdisches Mitglied gestrichen.

[926] Vgl. [Jahn 2002] und Anhang 5 in [Parthier/Engelhardt 2002].

Abbildung 8.1
Hermann Knoblauch, Ordinarius für Physik in Halle 1853 – 1895

diversen mathematischen Artikeln. Insgesamt publizierten die Hallenser Mathematiker und Physiker höchst selten in den Akademieschriften, in denen Arbeiten zur Biologie und Geologie dominierten.[927]

Allerdings präsentierten die Hallenser Physiker während der Sitzungen häufig aktuelle Forschungsergebnisse. Beispielsweise referierte Hoffmann im Mai 1934 über eine neue Methode zur Gewinnung radioaktiver Isotope durch die Bestrahlung von Atomkernen, welche Enrico Fermi (1901 – 1954) nur wenige Monate zuvor entdeckt hatte.[928] Smekal trug regelmäßig, insgesamt elf Mal, zu neueren Entwicklungen in der Atom- und Festkörperphysik vor.[929] Kast beteiligte sich ebenfalls an

[927] Knoblauch 1891; Buchholz 1903; Wangerin 1915; Wangerin 1917; Prange 1923; Hasse/Tornier 1928

[928] Hoffmann trug auch «Über schweres Wasser» (November 1933) vor.

[929] «Über Neutronen» (April 1932); «Über die Quantenwirkung des Lichts» (Juni 1932); «Die Formänderung der Kristalle durch Gleitebenen» (Juli 1933); «Wechselwirkung zwischen Elektronenhülle und Atomkern» (Dezember 1933); «Über die mechanischen Eigenschaften dünner Glasfäden» (Februar 1938); «Zehn Jahre Raman-Effekt» (Dezember 1938); «Über die Mosaikstruktur der Kristalle» (März 1940); «Über den Molekularbau des Glaszustandes» (Januar 1942); «Hochfrequente Ultraschallvorgänge in Festkörpern» (Juli 1942); «Zum Molekülbau verspinnbarer

den Akademievorträgen.[930] Die Sitzungen der Akademie entwickelten sich damit für die Hallenser Physiker zu einem Forum zur Darstellung der eigenen aktuellen Forschungsergebnisse. Gänzlich anders verhielt es sich mit der Mathematik. Vorträge zur Mathematik oder zu ihrer Geschichte waren kaum zu verzeichnen. Nur zwei stammten von Hallenser Mathematikern.[931]

8.4 Fazit

Die meisten Hallenser Mathematiker und Physiker engagierten sich in den naturwissenschaftlichen Vereinigungen vor Ort. Einige übernahmen gar leitende Funktionen. Die Mathematik war in den Publikationen und Vorträgen dieser Vereinigungen dennoch nicht gut repräsentiert. Nur in den Veröffentlichungen der Leopoldina erschienen einige Artikel zur Mathematik, darunter fünf von Hallenser Mathematikern. Dagegen erlangte die Physik in all diesen Vereinigungen eine größere Präsenz. Viele Hallenser Physiker nutzten zunächst die Naturforschende Gesellschaft und nach ihrem Niedergang Anfang der 1920er Jahre die Leopoldina als Plattform, um neuere physikalische Forschungsergebnisse vorzustellen. In der ersten Dekade des Untersuchungszeitraums veröffentlichten sie auch relativ regelmäßig in den Publikationsorganen der Naturforschenden Gesellschaft und des Naturwissenschaftlichen Vereins. Den Hallenser Physikern gelang es 1913 sogar, von der Naturforschenden Gesellschaft Gelder für ihre teuren Ballonfahrten zur Erforschung der Atmosphärenphysik einzuwerben. Dieses erfolgreiche Heranziehen von Drittmitteln blieb im Untersuchungszeitraum ein Einzelfall.

In Bezug auf die mathematische und theoretische Physik ergibt sich folgendes Bild: Abgesehen von sehr wenigen Ausnahmen[932] wurde

Stoffe» (Juli 1943); «Über das Wesen der Reibung zwischen festen Körpern» (Juni 1944) – abweichend zu [Kleinert/Berg 2002], die nur sechs Vorträge aufzählen [Quelle: *Nova acta Leopoldina, Abhandlungen der Deutschen Akademie der Naturforscher* 1 (1932/34) – 14 (1944/52)].

930 «Die molekulare Struktur der Flüssigkeiten» (April 1940); «Die Kausalität in der modernen Physik» (November 1944)

931 Hasse/Tornier: «Über die Dichte der quadratfreien Zahlen und ähnliche Dichten in einem algebraischen Zahlkörper» (1926); Hasse: «Die Theorie der quadratischen Formen» (November 1927)

932 Pfeiffer 1913; Wangerin 1915; Wangerin 1917; Prange 1923

nichts zur mathematischen Physik publiziert. Die mathematisch-theoretische Vorgehensweise der theoretischen Physik fand sich in keinem Artikel der örtlichen naturwissenschaftlichen Vereinigungen. In einigen Vorträgen behandelten Physiker zwar typische Themen der theoretischen Physik, allerdings ist angesichts des fachlich gemischt zusammengesetzten Publikums eine starke mathematisch-theoretische Ausrichtung dieser Vorträge eher unwahrscheinlich. Als Informationsort über Entwicklungen in der Physik und als Forum für den Austausch zwischen Mathematikern und Physikern sollten die hier erörterten Hallenser Vereinigungen dennoch nicht unterschätzt werden.

9 Das Wechselverhältnis zwischen Mathematik und Physik an der Hallenser Universität im Spiegel der allgemeinen Entwicklung

Nachdem in den vorangegangenen Kapiteln die Entwicklung von Mathematik und Physik sowie der angrenzenden Disziplinen an der Universität Halle-Wittenberg dargestellt wurde, soll abschließend ein Blick auf die aufgezeigten gegenseitigen Relationen und Einflussnahmen zwischen den beiden Wissensgebieten geworfen werden. In beiden Gebieten vollzogen sich im Untersuchungszeitraum vom letzten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs grundlegende Umgestaltungen, in deren Folge sie ein neues Gesicht erhielten. Nicht selten wird in der historischen Betrachtung dieser Entwicklungen von Revolutionen, auch im Kuhn'schen Sinne, gesprochen. So stellte etwa Roger Penrose (geb. 1931) bezüglich der Entstehung der Relativitätstheorie und der Quantenmechanik am Ende des 20. Jahrhunderts fest: "Two extraordinary revolutions in our picture of the physical world have taken place in this century."[933] Zur besseren Einordnung der Hallenser Aktivitäten sollen zunächst diese tief greifenden Veränderungen und deren Auswirkungen auf die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik betrachtet werden.

[933] Penrose 1998, S. 56

9.1 Neue Aspekte in den Beziehungen zwischen Mathematik und Physik im Allgemeinen

Am Anfang der 1890er Jahre bot die Physik nach Planck «den Anblick eines imposanten, in sich geschlossenen und gefestigten Baues», an dem nur wenige Spezialisten die «verdächtigen Lücken» in den Fundamenten erkannten.[934] Die Kraft neuer experimenteller Erkenntnisse wie die Entdeckung des Elektrons, der Röntgenstrahlen und der Radioaktivität und das Bemühen um die Beantwortung der mit den «Lücken» verbundenen offenen Fragen, wie die nach der Natur der Kathodenstrahlen, nach der Geschwindigkeitsabhängigkeit der Elektronenmasse oder nach den Gesetzmäßigkeiten der Spektren, der Röntgenstrahlen sowie der Strahlung des schwarzen Körpers, führten in den folgenden Jahrzehnten zu einer starken Umbildung der Physik. Als ein markanter Anfangspunkt dieser Entwicklung wird gewöhnlich Plancks Quantenhypothese bei der Ableitung der Strahlungsformel für den schwarzen Körper im Dezember 1900 gewählt. Mit der Annahme, dass die Energiezustände eines physikalischen Gebildes sich stets um eine feste Konstante, das sogenannte Planck'sche Wirkungsquantum, bzw. deren ganzzahlige Vielfache unterscheiden, vollzog Planck

> «ein[en] grundsätzliche[n] Bruch mit den bisherigen physikalischen Anschauungen [...]; denn bisher galt in jeder Theorie der Zustand eines physikalischen Gebildes als stetig veränderlich.»[935]

Dieser Schritt fand keineswegs ungeteilte Zustimmung. Erst allmählich trat die Bedeutung des Wirkungsquantums klarer hervor. Planck selbst hat sich in mehreren, letztlich erfolglosen Versuchen bemüht, das Wirkungsquantum in die klassische Theorie einzufügen. Noch ein Jahrzehnt nach der Formulierung der Quantenhypothese waren unter den Physikern die Zweifel nicht gewichen, ob die bisher als kontinuierlich angesehenen Prozesse durch die Einführung des Wirkungsquantums und die damit verknüpfte Diskretisierung noch adäquat erfasst wurden. Poincaré sprach sich 1911 auf dem 1. Solvay-Kongress für ein Festhalten an den bisherigen Vorstellungen einer kontinuierlichen Energieänderung bei den Atomschwingungen aus. Bevor die gebräuchliche Darstellung

[934] Planck 1958, S. 210
[935] Planck 1958, S. 216

der Naturgesetze durch Differentialgleichungen aufgegeben werde, sollte lieber für die extremen Fälle eine Modifikation der Gesetze der reinen Mechanik in Betracht gezogen werden.[936] Hier zeigt sich sowohl der Anreiz für die Mathematik, nach neuen Methoden zur Beschreibung der veränderten physikalischen Realität zu suchen und diese zu entwickeln, als auch der Wille zum Festhalten an Bewährtem. Zu besagtem Kongress hatte der belgische Industrielle Ernest Solvay (1838 – 1922) im Herbst 1911 bedeutende europäische Physiker und Repräsentanten angrenzender Disziplinen nach Brüssel eingeladen, um über die Rolle der Quantenhypothese in der Physik zu diskutieren.

Zu den Gelehrten, die die Quantenhypothese in ihre Forschungen integrierten und ihr mit ihren Resultaten zur vollen Anerkennung verhalfen, gehörte Einstein. 1905 erklärte er den lichtelektrischen Effekt (Photoeffekt) und mehrere weitere beim Einwirken von Licht gemachten Beobachtungen mit der Annahme von Lichtquanten (Photonen) als den Bestandteilen des Lichts, die sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegten und Eigenschaften von Teilchen besaßen. Die Photonen des eintreffenden Lichts übertragen ihre Energie auf die Elektronen des Elektrodenmetalls und lösen letztere, indem sie eine gewisse Austrittsarbeit leisten, aus der Metalloberfläche heraus. Damit wurde verständlich, unter welchen Bedingungen der Photoeffekt auftrat und warum und wie die Energie der emittierten Elektronen (Photoelektronen) von der Frequenz des einfallenden Lichts abhing.

Aus der Lichtquanten-Hypothese ergaben sich eine Fülle von neuen Fragen in theoretischer wie in experimenteller Hinsicht. Sie betrafen zum einen die Emission der Lichtquanten und zum anderen deren Einwirken auf Elektronen, Atome und Moleküle. Aus den in dieser Forschungslinie erzielten Ergebnissen seien nur die erste direkte Messung des Wirkungsquantums in den ab 1912 durchgeführten Elektronenstoßexperimenten durch Franck und G. Hertz und die verschiedenen Vorstellungen zu Atommodellen, speziell die Bohr'schen, hervorgehoben. Mit seiner 1913 publizierten Theorie konnte Niels Bohr mehrere Eigenschaften von Spektren und die diskreten Atomzustände der Atome erklären sowie eine Deutung des Periodensystems der Elemente vornehmen. Zugleich zeigten sich jedoch mit dem Postulat von stationären Elektronenbahnen

[936] Eucken 1914, S. 365 – 367

gravierende Schwächen der Theorie, die den Widerspruch zahlreicher Physiker hervorriefen. Anfang der 1920er Jahre verdichtete sich die Kritik am Bohr'schen Atommodell. Trotz intensiver Bemühungen von Bohr, Sommerfeld und seinen Schülern sowie weiteren Forschern, die Einwände zu entkräften, schuf erst der Verzicht auf die klassische Theorie bei der Modellierung des Atomaufbaus die Möglichkeit für neue, adäquate Beschreibungen durch Heisenberg, Born und P. Jordan sowie Schrödinger und Dirac im Rahmen der Quantenmechanik. Die zur mathematischen Beschreibung herangezogenen Mittel waren zwar nicht neu, aber entstammten teilweise relativ jungen Forschungsansätzen. Die neuen stark mathematisierten quantenmechanischen Theorien warfen Fragen nach ihrer physikalischen Interpretation auf. Beispielsweise wich die Unschärferelation, dass einige klassische physikalische Größen, wie Impuls und Ort, wegen der zwischen ihnen bestehenden Verknüpfungen an einem untersuchten atomaren Objekt nicht gleichzeitig gemessen werden können, von den deterministischen Betrachtungen der Mechanik völlig ab. Auch mögliche philosophische Implikationen der Quantenmechanik auf das Verständnis von Kausalität wurden diskutiert.

Das Vordringen der Physiker zu tieferen und allgemeineren Vorstellungen über den Atombau und die atomaren Prozesse traf auf eine starke, weit fortgeschrittene Abstraktionstendenz in der Mathematik, die sich insbesondere in der mengentheoretischen Durchdringung großer Teile der Mathematik, der Weiterentwicklung der axiomatischen Methode und der Auffassung der Mathematik als Lehre von den Strukturen äußerte. Auf mathematische und physikalische Forschung wirkte die wechselseitige Bezugnahme förderlich. Die physikalische Theorie gewann durch die mathematisch konsistente Beschreibung an Sicherheit und Klarheit, auch wenn zu starke Formalisierung und Mathematisierung bei manchen Physikern auf Skepsis stießen. Die Mathematiker erhielten durch verschiedene konkrete Fragestellungen zusätzliche Anreize, die Theorie weiter auszubauen. Als wichtige Beispiele seien die funktionalanalytische Beschreibung der Quantenmechanik auf der Basis einer axiomatischen Theorie des Hilbert-Raumes einschließlich der auf ihnen wirkenden linearen Operatoren durch J. von Neumann, die Verwendung gruppentheoretischer Methoden zur Erklärung quantenmechanischer Effekte und zur Fundierung der Quantenmechanik durch Weyl sowie der Aufbau einer Darstellungstheorie für lokalkompakte Grup-

pen durch Izrail' Moiseevič Gel'fand (geb. 1913) und Mark Aronovič Najmark (1909 – 1978) genannt.[937] Dabei handelte es sich nicht nur darum, bekannte mathematische Resultate in eine veränderte, dem physikalischen Sachverhalt angepasste Form zu bringen, sondern auch um die Gewinnung neuer, teils fundamentaler Einsichten, die ihrerseits, abgelöst vom konkreten Problem, den Ausgangspunkt für umfassendere mathematische Untersuchungen bilden konnten.

Als ein weiterer Aspekt soll hervorgehoben werden, dass neben den neuen abstrakten mathematischen Theorien auch die allgemeine Tendenz zur Abstraktion den Erfordernissen der Physik entsprach.

> "There is, I believe, no possibility or [sic!] reversing the trend towards abstraction in theoretical physics. [...] The difficulty is that as our theories in physics have become more powerful new constructs have been needed which are more remote from experience than the old one."[938]

In den Überlegungen zum Atombau und bei dem Vordringen in den atomaren und subatomaren Bereich konnten sich die theoretischen Physiker nicht mehr von der direkten Anschauung, der sinnlichen Wahrnehmung leiten lassen, sondern mussten auf gewisse abstrakte, hypothetische Annahmen zurückgreifen. Hans Thirring (1888 – 1976) bezeichnete die Quantentheorie und Relativitätstheorie daher als «Wissenschaften der Phantasie» – was durchaus positiv verstanden werden sollte.[939] Diese Annahmen konnten oft nur an Hand der aus ihnen abgeleiteten Folgerungen gerechtfertigt bzw. überprüft werden. Bei dem Vergleich der theoretisch vorausberechneten Werte mit den experimentell ermittelten Resultaten kam dem benutzten mathematischen Modell eine besondere Bedeutung zu. Denn je klarer der logische Aufbau des Modells war, um so eindeutiger konnten die Differenzen zwischen den berechneten und den gemessenen Werten der jeweiligen zu überprüfenden Hypothese zugeordnet werden. Ein solcher quantitativer Vergleich war notwendig zur Entscheidung über die Berechtigung einer Hypothese, wenn die vor-

[937] von Neumann 1932; Weyl 1928; Gel'fand/Najmark 1947

[938] Kemble 1938, S. 263, 265. Kembles abstraktes «construct» entspricht im Wesentlichen einer mathematischen Beschreibung der jeweiligen physikalischen Situation. Ebenda, S. 264

[939] Thirring 1921, S. 132

ausgegangenen Analysen innerhalb der Theorie keine widersprüchliche Folgerung ergeben hatten.

Diese Arbeit mit und an mathematischen Modellen erforderte aber von den Physikern einen größeren Umfang an mathematischem Wissen, verbunden mit der Fertigkeit, dieses Wissen möglichst variabel anwenden zu können. Doch auch für den Mathematiker erhöhten sich die Anforderungen hinsichtlich des physikalischen Sachverstands, wenn er die mathematische Beschreibung einer physikalischen Erscheinung kritisch hinterfragen bzw. seine eigenen Ergebnisse wieder physikalisch interpretieren wollte. Insgesamt dokumentiert sich hierin sehr deutlich das stärkere Ineinandergreifen von Mathematik und Physik und somit eine neue Qualität in den Wechselbeziehungen zwischen den beiden Wissenschaften.

Das zweite «revolutionäre» Ereignis in der Physik war die Formulierung der Speziellen und Allgemeinen Relativitätstheorie. Sie hatte ihren Ausgangspunkt in den Bemühungen um die Beschreibung von elektrodynamischen Vorgängen in bewegten Körpern. Das von H. Hertz hierfür im Anschluss an Maxwell aufgestellte Gleichungssystem führte in der von Lorentz modifizierten Theorie zur Auszeichnung eines speziellen Bezugssystems, verletzte also das als allgemein gültig angenommene Prinzip der Relativität. Fast ein Jahrzehnt rangen die Physiker um die Beseitigung dieses unbefriedigenden Zustandes, ehe Einstein ihn 1905 mit einer radikalen Lösung beseitigte. Auf die weitere Entwicklung von der Speziellem hin zur Allgemeinen Relativitätstheorie und darüber hinaus wurde im Abschnitt 7.7 bereits kurz eingegangen.

Der Geometrie kam in der Relativitätstheorie eine Schlüsselrolle zu. Durch die Spezielle Relativitätstheorie wurden erstmals Raum- und Zeitgrößen fest miteinander verknüpft. Ihre mathematische Basis fand die Spezielle Relativitätstheorie in Minkowskis Geometrie der vierdimensionalen Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit. Mathematisch war diese Umsetzung der physikalischen Vorstellungen problemlos, da das notwendige mathematische Rüstzeug bereits vorlag und auch eine systematische Aufarbeitung erfahren hatte. Die widerspruchsfreie mathematische Formulierung sicherte die logische Korrektheit der Theorie und unterstützte so ihre Anerkennung. Für die Allgemeine Relativitätstheorie bedurfte es dann der von Bernhard Riemann (1826 – 1866) entwickelten Geometrie n-dimensionaler Mannigfaltigkeiten. Erst durch die Verwen-

dung dieser mathematischen Hilfsmittel konnte Einstein seine Ideen in der nötigen Klarheit und Exaktheit präsentieren und die Gleichungen für das Gravitationsfeld ableiten. Er war sich dabei völlig bewusst, dass er damit hinsichtlich der mathematischen Methoden in Regionen vorstieß, die den Physikern bisher fremd waren. In einem besonderen Abschnitt stellte er deshalb «alle für uns nötigen, bei dem Physiker nicht als bekannt vorauszusetzenden mathematischen Hilfsmittel in möglichst einfacher und durchsichtiger Weise» zusammen und dankte dem Mathematiker Großmann für die geleistete Unterstützung.[940] Der hohe Stellenwert, den die Riemann'sche Geometrie für die Allgemeine Relativitätstheorie erlangte, motivierte nun seinerseits die Mathematiker zu einer intensiveren Beschäftigung mit diesem Fachgebiet. Das Resultat war eine sorgfältige Analyse der Grundlagen dieser Geometrie und die präzisere und/oder allgemeinere Definition verschiedener Grundbegriffe. Als ein wichtiges Beispiel sei die Einführung der infinitesimalen Parallelverschiebung von Vektoren einer Riemann'schen Mannigfaltigkeit genannt, die unabhängig voneinander durch Gerhard Hessenberg, Tullio Levi-Cevita und Jan Schouten (1883 – 1971) in den Jahren 1917/18 erfolgte, sowie die Aufdeckung von deren Zusammenhang mit dem Riemann'schen Krümmungstensor durch Weyl und Joseph Pérès (1890 – 1962).[941] Diese Arbeiten stellten einen wichtigen Schritt zur geometrischen Interpretation der Relativitätstheorie dar. In den folgenden Jahren hat speziell Weyl an der weiteren Ausgestaltung dieses Prozesses der Geometrisierung der Physik intensiv mitgewirkt.[942] Physik und Mathematik traten damit in einen bisher nicht gekannten engen Zusammenhang. Zur Vervollständigung des Bildes sei noch erwähnt, dass es schon im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts einzelne Versuche gegeben hat, eine Brücke zwischen Mechanik und nichteuklidischen Geometrien zu schlagen. Nach der Publikation der Speziellen Relativitätstheorie wurden diese Bestrebungen bei der Auseinandersetzung mit derselben spürbar belebt. Die schon erwähnte Interpretation Minkowskis

[940] Einstein 1916, S. 5 f.

[941] Hessenberg 1918; Levi-Cevita 1917; Schouten 1918; Pérès 1919; Weyl 1918

[942] Für eine eingehende Analyse von Weyls diesbezüglichen Arbeiten sei auf [Scholz 2001] und [Coleman/Korté 2001] Kapitel 4 verwiesen.

auf der Basis der vierdimensionalen nichteuklidischen Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit war dabei ein grundlegender Schritt.[943]

Die Wirkung der Speziellen und der Allgemeinen Relativitätstheorie auf Physik und Mathematik war jedoch sehr unterschiedlich und wurde im Rückblick auf diese Entwicklung von Weyl klar hervorgehoben:

> "There is hardly any doubt that for physics special relativity theory is of much greater consequence than the general theory. The reverse situation prevails with respect to mathematics: there special relativity theory had comparatively little, general relativity theory very considerable influence, above all upon the development of a general scheme for differential geometry."[944]

Hinsichtlich der Physik ist eine Ergänzung dieser Einschätzung nötig, denn an die Geometrisierung der Allgemeinen Relativitätstheorie schloss sich das Bestreben an, in diesen Prozess neben Mechanik und Gravitationstheorie weitere Teile der Physik, etwa die Elektrodynamik, einzubeziehen und letztlich eine umfassende einheitliche Feldtheorie zu schaffen. Dieser umfangreiche Problemkreis, der bis zur Gegenwart Mathematiker und Physiker in seinen Bann zieht, lieferte Impulse für eine ganze Reihe von beachtlichen Beiträgen zu den beiden Disziplinen. Stellvertretend sei nur auf die mit dem Problemkreis der Eichtheorien, insbesondere mit nicht-abelschen Symmetriegruppen, bzw. mit den Pfad-(Feynman-)Integralen verbundenen Entwicklungen hingewiesen.

Die Entwicklung der Relativitätstheorie und der Quantentheorie hat also im 20. Jahrhundert nicht nur ein neues physikalisches Weltbild entstehen lassen, sondern auch die stärkere Einbeziehung teilweise neuer mathematischer Theorien erfordert und somit die Wechselwirkungen zwischen beiden Disziplinen deutlich beeinflusst. Sie wirkte sich auf die Forschungen in vielen Teilgebieten der Physik nachhaltig aus. Quantenmechanik und Relativitätstheorie stehen paradigmatisch für eine neue Art von theoretischer Physik, in der Mathematik und Physik dichter als bisher miteinander verwoben sind. Der starke Aufschwung der theoretischen Physik im 20. Jahrhundert ist mit der Entstehung

[943] Die Frage der Geometrisierung der Physik ist mehrfach untersucht worden. Stellvertretend seien die Arbeiten [Reich 1994] Kap. 5.2 und 5.4, [Boi 1995], [Weyl 1931] und [Boi/Flament/Salanski 1992] genannt.

[944] Weyl 1949, S. 536 f.

dieser beiden Disziplinen verknüpft, wenn auch ihre Institutionalisierung bereits im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts ihren Anfang nahm. Angesichts der Dominanz dieser beiden Disziplinen geraten andere Entwicklungen allzu leicht in den Hintergrund. Beispielsweise differenzierte sich die Physik in eine große Zahl von Disziplinen und Subdisziplinen aus, die zum Teil transdisziplinär angelegt waren. Für die Forschung in Halle sind die der Technik nahe stehenden Disziplinen Elektrophysik, Materialwissenschaften sowie die Strömungslehre hervorzuheben. Stellvertretend seien daher die Erfolge beim Studium strömender Flüssigkeiten und Gase sowie bei der Aufklärung der Struktur fester Stoffe erwähnt.

Das letztgenannte Gebiet steht natürlich im engen Zusammenhang mit den sich ändernden Vorstellungen zum Atombau. Eine wichtige Entdeckung war die von Max von Laue, Walter Friedrich und Paul Knipping im Jahre 1912 beobachtete Beugung von Röntgenstrahlen an Kristallen im Rahmen ihrer Bemühungen, die Natur der Röntgenstrahlen aufzuklären und sie als elektromagnetische Wellen nachzuweisen. Laue versäumte es jedoch, das Versuchsergebnis hinsichtlich der Strukturaufklärung der Kristalle auszuwerten, dies wurde wenig später von William Henry Bragg und seinem Sohn William Lawrence geleistet. Innerhalb von zwei Jahren bestimmten sie die Struktur einer ganzen Reihe einfacher Kristalle und begründeten damit den Anfang der Röntgenstrukturanalyse, die fortan eine wichtige Methode zur Untersuchung von Festkörpern wurde. Debye gelang es dann im Jahre 1915 zusammen mit Scherrer, den Anwendungsbereich der Methode beträchtlich zu erweitern, indem sie ein Verfahren fanden, das auch die Untersuchung polykristalliner und pulverförmiger Stoffe gestattete. Außerdem klärte Debye den Einfluss der Wärmeschwingungen der Kristallatome auf die Röntgeninterferenzen auf und schuf damit eine Verbindung zu thermodynamischen Betrachtungen über Wärmestrahlung, die Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärme u. a. Diese Entwicklungen zeigen eine enge Verflechtung von experimentellen und theoretischen Aspekten, denn die theoretische Vorbereitung bzw. Durchdringung der Untersuchungsmethoden schuf die Basis für die genaue Bestimmung der erforderlichen Größen und deren richtige Interpretation. Bezüglich des Anteils der Mathematik sei noch der besondere Umstand betont, dass in der Kristallographie eine ausgearbeitete Theorie zur Symmetrie und zum

Aufbau der Kristallgitter auf der Basis der Punkt- und Raumgruppen am Ende des 19. Jahrhunderts bereits vorlag. Den Zusammenhang dieser Theorie mit der Röntgenstrukturanalyse bei komplizierteren Kristallstrukturen stellten Paul Niggli (1888 – 1953), William Thomas Astbury (1898 – 1961) und Kathleen Yardley (1903 – 1971) in den 1920er Jahren her.

Für den zweiten oben genannten Themenbereich, die Bewegungen fluider Stoffe, ist zunächst deren Beschreibung durch die nach Henri Navier (1785 – 1836) und George Gabriel Stokes (1819 – 1903) benannten Gleichungen maßgebend. Sie sind ein System von nichtlinearen partiellen Differentialgleichungen 2. Ordnung, das sich nur für wenige Spezialfälle exakt lösen ließ. Einen grundlegenden Fortschritt leitete Ludwig Prandtl 1904 mit seiner Grenzschichttheorie ein. Die Annahme spezieller Randbedingungen, die experimentell gut nachgewiesen waren, führte zu einer Vereinfachung der Gleichungen und ermöglichte den Aufbau einer Lösungstheorie. Mit Hilfe der Grenzschicht konnte Prandtl eine ganze Reihe bei Experimenten in Wind- und Wasserkanälen beobachteter Phänomene erklären. In diesem Kontext sind auch die Studien von Turbulenzen, die Aufstellung einer neuen Klassifikation der Turbulenztypen, die über die von Osborne Reynolds (1842 – 1912) vorgeschlagene Einteilung hinausging, die Analyse von nichtlinearen Effekten, die bei der Entstehung und Ausbreitung von Wellen in Fluiden auftraten, und die Beschreibung von Stoßwellen mit Hilfe der Theorie singulärer Störungen zu nennen. Wie bei der Röntgenstrukturanalyse wird wiederum eine enge Verzahnung von mathematischen und physikalischen Überlegungen deutlich. Der Verbesserung der mathematischen Methode kam im Fall der Flüssigkeitsströmung ein größeres Gewicht zu, doch darf die physikalische Motivation in Prandtls Vorgehen nicht außer Acht gelassen werden. Außerdem muss beachtet werden, dass die Problemlage grundsätzlich anders war. Es ging hier um die adäquate Erfassung und Behandlung von in der Praxis in verschiedenen Formen auftretenden Erscheinungen. Eine sorgfältige Analyse der Experimente mit Wasser- und Luftkanälen und die Einbeziehung dieser Ergebnisse in die Theoriebildung waren unerlässlich. Prandtls Arbeiten hatten zudem große Bedeutung für technische Entwicklungen, etwa für das Design von Tragflächen im Flugzeugbau oder von stromlinienförmigen Körpern.

Bisher wurden bei den vier angeführten Beispielen für zentrale, auf große Bereiche der Physik ausstrahlende Problemstellungen die Veränderungen in den Wechselbeziehungen zur Mathematik vorwiegend aus physikalischer Sicht beschrieben. Es gehört zu den wesentlichen Merkmalen dieses Prozesses, dass gleichzeitig eine entsprechende Entwicklung in der Mathematik stattfand und dass die Dynamik sowie die nachhaltige Wirkung dieser Veränderungen durch das günstige Zusammenspiel der Fortschritte in beiden Disziplinen gefördert wurden. Die mit mengentheoretischer Durchdringung und Hinwendung zu abstrakteren Auffassungen der Mathematik sowie Anwendungen der axiomatischen Methode umschriebenen Merkmale fanden ihren konkreten Ausdruck etwa in neuen Resultaten zur Lösung von Differentialgleichungen, im Aufbau der Integralgleichungstheorie bis hin zur Entstehung der Funktionalanalysis, in der modernen Algebra, in dem Ausbau der Differentialgeometrie, insbesondere der Schaffung effektiver allgemeiner Kalküle für deren Anwendung, sowie der Grundlegung von Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik.

Durch die Verwendung des vorhandenen mathematischen Rüstzeugs erhielten die verschiedenen physikalischen Vorstellungen eine adäquate mathematische Formulierung. Zugleich lieferten die dabei importierten Fragestellungen wichtige Anregungen für weitergehende mathematische Studien, deren Lösung gelegentlich auf die Physik zurückwirkte. Für manch einen theoretischen Physiker, insbesondere unter jenen, die sich mit Fragen der Quantenmechanik oder verwandten Problemen beschäftigten, stellte die Verbesserung der mathematischen Methode bzw. der mathematischen Beschreibung sogar einen Hauptweg zur Erlangung neuer physikalischer Einsichten dar.

> "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 [...]"[945]

[945] Dirac 1931, S. 60. Eine ähnliche Auffassung vertrat auch Kemble in [Kemble 1938].

In dieser Äußerung von Dirac kommt die oben erwähnte neue Qualität des Wechselverhältnisses zwischen Mathematik und theoretischer Physik klar zum Ausdruck.

In den Augen vieler Physiker kam der Mathematik jedoch nicht so eine herausragende Position zu, sondern sie erfüllte «nur» eine Dienstleistungsfunktion. Bereits Wien hatte 1915 die Aufgabe der mathematischen Physik lediglich «in der Ausbildung der für die Weiterbildung der theoretischen Physik erforderlichen mathematischen Hilfsmittel» gesehen.[946] Bei dieser Charakterisierung der Aufgabenstellung wird verständlich, dass das Bestreben der Physiker bei der Verwendung mathematischer Methoden nicht auf elegante Beweise und einen axiomatischen, den Standards der mathematischen Strenge genügenden Aufbau der Theorie gerichtet war. Vielmehr ließen sich die Physiker nicht selten von physikalischen Argumenten und Intuition leiten und schritten dabei kühn vorwärts, ohne stets auf eine strenge mathematische Begründung zu achten. In Anlehnung an eine umgangssprachliche Redeweise hieß dies dann: "'All is fair in love and war' and [...] in theoretical physics."[947] Dies hatte bisweilen zur Folge, dass die von den Physikern so freizügig benutzte Mathematik für Mathematiker nur schwer verständlich war.[948] Dieses mit Blick auf die Mathematik nicht zu akzeptierende Vorgehen in der Physik bildete und bildet eine unerschöpflich scheinende Quelle immer neuer Anforderungen an und Anregungen für die mathematische Forschung. Allerdings konnten und wollten Physiker meist nicht auf die Lösungen der Mathematiker warten, deren oft langwierige und aufwändige Studien zu schwierigen Detailfragen meist keine Hinweise und Anregungen für ihre weiteren experimentellen Forschungen bzw. zur Erklärung der untersuchten konkreten physikalischen Erscheinung lieferten. Insofern war diese Art von Forschung für sie eher von geringerer Bedeutung. Sie wiesen der Mathematik in ihrer Arbeit eine andere Rolle, eben die eines Hilfsmittels, zu, als Dirac dies im Bezug auf die Quantenmechanik und Kernphysik in obigem Zitat getan hatte. Die Notwendigkeit, auf mathematische

[946] Wien 1916, S. 242

[947] Condon 1938, S. 255

[948] "In physics there was a dominant trend toward complicated schemes of perturbation theory, diagrams etc., which were very difficult for classical mathematicians to appreciate." Sinai 2006, S. 564

Methoden zurückzugreifen, wurde dabei nicht in Frage gestellt, sondern nur speziell hinsichtlich des Theorieaufbaus und der Beweisführung den physikalischen Argumenten untergeordnet.

> "The mathematical rigor of great precision is not very useful in physics. But one should not criticize the mathematicians on this score. [...] They are doing their own job. If you want something else, then you work for yourself."[949]

Courant beklagte 1924 in dem Buch *Methoden der mathematischen Physik* diese scheinbar gegensätzlichen Positionen als eine Lockerung des früheren Zusammenhanges zwischen Mathematik und Physik, die sich erst als Ergebnis der jüngsten Entwicklungen eingestellt habe und durch die Ablösung der mathematischen Forschung von ihren anschaulichen Ausgangspunkten verursacht sei.

> «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.»[950]

Für Weyl war es vier Jahre später das

> «Drama von Mathematik und Physik – die sich im Dunkeln befruchten, aber von Angesicht zu Angesicht so gerne einander verkennen und verleugnen.»[951]

Beginnend im Jahrzehnt vor der Wende zum 20. Jahrhundert hatte die theoretische Physik in den folgenden Jahrzehnten eine Phase der Konsolidierung durchlaufen, in der sie sich gegenüber der Experimentalphysik emanzipierte und Gleichberechtigung erreichte sowie trotz unverändert zahlreicher Berührungspunkte die Distanz zur mathematischen Physik wahrte.[952] Institutionell fand diese Entwicklung in der

[949] Feynman 1994, S. 50 f.
[950] Courant/Hilbert 1924, S. VI
[951] Weyl 1928, S. V f.
[952] Ergänzend zu den obigen Darlegungen sei für eine kurze Übersicht auf das Kapitel 2 in [Schlote 2008] verwiesen. Eine detaillierte Beschreibung der Herausbildung und Entwicklung der theoretischen Physik geben Ch. Jungnickel und R. McCormmach in ihrem grundlegenden Werk [Jungnickel/McCormmach 1986]. Für den hier behandelten Zeitraum ist der zweite Band wichtig.

Aufwertung der Professuren von Extraordinariaten zu Ordinariaten und der Einrichtung von angemessen ausgestatteten Instituten oder Abteilungen für theoretische Physik an den Physikalischen Instituten der Universitäten ihren Niederschlag. Die Basis dieser Entwicklung bildete vor allem der höhere Stellenwert, den die theoretische Physik innerhalb des Fachgebietes erreichte. Zum einen erfüllte die theoretische Physik eine wichtige integrative Funktion innerhalb der Disziplin, indem sie neben der systematischen Ordnung der zahlreichen Versuchsergebnisse nach allgemeinen Gesichtspunkten und dem logisch korrekten Aufbau der Theorie einzelner Teilgebiete auf der Basis einiger daraus abstrahierter Grundannahmen die Zusammenhänge zwischen den Teilgebieten herausarbeitete. Experimentelle Daten konnten dadurch in einem neuen Licht erscheinen und die abgeleiteten Folgerungen konnten Anregungen für neue experimentelle Untersuchungen liefern. Gleichzeitig erfüllte die theoretische Physik eine wichtige Kontrollfunktion, indem sie auf Lücken oder schwache Stellen in dem konzeptionellen Gebäude hinwies, das aus dem von den Experimentalphysikern geschaffenen Wissen errichtet worden war.[953] Zum anderen unterstützte sie die Experimentalphysik durch die qualitative bzw. quantitative Voraussage der Versuchsergebnisse. Angesichts der teilweise aufwändigen Experimente und der nicht direkt beobachtbaren bzw. messbaren Erscheinungen im atomaren Bereich war die theoretische Durchdringung der Experimente von großer Bedeutung und konnte über die Durchführung derselben entscheiden. Speziell die Vorabberechnung von Versuchsergebnissen wurde von Physikern als eine zentrale Aufgabe der theoretischen Physik anerkannt, auch wenn einige wenige Physiker die theoretischen Physik auf diese Funktion beschränkt sehen wollten.[954] Im Wechselspiel mit dem Experiment erfolgte eine stete Verbesserung der mathematischen Beschreibung des jeweiligen physikalischen Phänomens und damit schließt sich der Kreis zu dem eingangs dargelegten stärkeren Rückgriff auf die Mathematik. Im Folgenden soll nun aufgezeigt werden, wie die beschriebenen Prozesse in der Entwicklung der Physik und Mathematik an der Hallenser Universität spürbar wurden.

[953] Condon 1938, S. 257 f.
[954] Slater 1938, S. 277

9.2 Die Dominanz der Physiker – die spezielle Ausgestaltung des Wechselverhältnisses in Halle

Für die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik an der Universität Halle-Wittenberg treten für den Zeitraum von 1890 bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs zwei Merkmale besonders hervor. Zum einen zeigten die Mathematiker vergleichsweise wenig Interesse für die Beschäftigung mit physikalischen Fragen, zum anderen hielten die als theoretische Physiker tätigen Wissenschaftler einen engen Kontakt zu experimentellen Untersuchungen bzw. zu technischen Anwendungen. Auch wenn sich die Hallenser Physiker (und Mathematiker) in ihren Publikationen, wenn man von Mie absieht, nicht mit den neuen Forschungsgebieten Relativitätstheorie und Quantenmechanik befassten, so lagen ihre Forschungsinteressen dennoch nicht abseits des «main stream». Vielmehr könnte man ihre Arbeiten mit dem Kuhn'schen Begriff von «normal science» in Verbindung bringen. Die zuerst getroffene Aussage bezüglich der Mathematiker muss etwas relativiert werden, da es ja bis zum Beginn der 1920er Jahre große Anstrengungen zur angemessenen Vertretung der angewandten Mathematik in den Lehrveranstaltungen, speziell zur Begründung einer Professur für dieses Fachgebiet, gab. (Vgl. Abschnitt 3.2 und 3.3) Zwar war die mathematische Physik durch die staatlichen Festlegungen in der Prüfungsordnung für Schulamtskandidaten nicht explizit in diese Aktivitäten integriert, doch hatten die Protagonisten der angewandten Mathematik sie durchaus mit im Blick.

In Fortsetzung der seit der Mitte des 19. Jahrhunderts bestehenden Tradition beschäftigten sich Wangerin und E. Neumann in Halle mit Fragen der mathematischen Physik, doch lediglich bei letzterem finden sich stärker physikalisch orientierte Aufgabenstellungen. Ansonsten blieben die beiden Gelehrten nach einer kurzen physikalischen Einführung der meist potentialtheoretischen Problemstellung deutlich der mathematischen Theorie verpflichtet. Bestrebungen zur Verwendung der in jenen Jahren entstandenen abstrakteren Methoden wie etwa der Integralgleichungstheorie wurden nicht spürbar. Sowohl in den Themenstellungen als auch in den Methoden traten beide Gelehrte

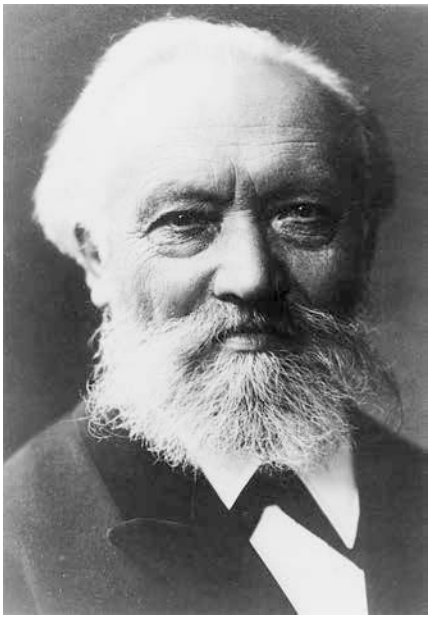


Abbildung 9.1
Albert Wangerin, Ordinarius für Mathematik in Halle 1882 – 1933 (ab 1918 von Lehrverpflichtungen entbunden)

nicht über den Bereich der klassischen Theorie hinaus, wie sie sich in den Jahrzehnten zuvor etabliert hatte. Auf diese Weise war die mathematische Physik in der Forschung und vor allem in der Lehre gut repräsentiert, aber es entstanden keine neuen Impulse für die weitere Ausgestaltung der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik. Die Berufung Gutzmers im Jahre 1905 brachte kaum neue Anregungen, da dieser neben einer erheblichen Lehrbelastung sich sehr stark wissenschaftspolitisch und -organisatorisch engagierte und nicht mit originären Forschungsbeiträgen hervortrat. Seine Aufmerksamkeit galt speziell der Ausbildung der Lehrer und der Umgestaltung des Mathematikunterrichts an den höheren Schulen.

In diesem Zusammenhang ist noch die vom Kultusministerium vorgenommene Versetzung F. Bernsteins von Halle an die Universität Göttingen im Jahre 1907 bemerkenswert. Dadurch wurden die guten Ansätze für eine Etablierung der Versicherungsmathematik und der Statistik an der Hallenser Universität abrupt gestört.[955] Unter Berücksichtigung des hohen Stellenwerts, den Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik in den folgenden Jahren auch in den physi-

[955] Vgl. Abschnitte 3.2, S. 44; 5.1, S. 169; 6.1, S. 205.

kalischen Anwendungen erhielten,[956] kann wohl von einer negativen äußeren Beeinflussung des Wechselverhältnisses zwischen Mathematik und Physik gesprochen werden, auch wenn die dabei unterstellte erfolgreiche Entwicklung dieses Gebietes an der Hallenser Universität rein hypothetisch ist.

Manch einen interessanten Aspekt hinsichtlich der Behandlung physikalischer Fragestellungen eröffnete die Tätigkeit einiger Privatdozenten. Stäckel bemühte sich beispielweise, durch die Ermittlung allgemeiner Gesichtspunkte die Untersuchungen von mechanischen Systemen zu systematisieren. Mit Pfeiffer und dem nach ihm wirkenden Grammel drangen ab 1912 erstmals wieder Vertreter der Hallenser Mathematik zu einem aktuellen Forschungsthema der theoretischen Physik vor, zur Aero- und Hydrodynamik. Pfeiffer untersuchte verschiedene Ansätze zur Beschreibung turbulenter Bewegungen und Grammel unternahm den Versuch, die vorliegenden Ergebnisse über die Strömungsverhältnisse um Tragflächen von einem einheitlichen theoretischen Standpunkt darzulegen. Beide widmeten sich also offenen Problemen dieses Fachgebietes, das nicht zuletzt wegen der technischen Anwendungen eine größere Aufmerksamkeit erfahren hatte. Die relativ kurze Verweildauer der beiden Wissenschaftler an der Hallenser Universität und die durch den Ersten Weltkrieg veränderten äußeren Umstände verhinderten, dass diese vielversprechenden Ansätze die Forschungen am Mathematischen Seminar nachhaltig beeinflussten bzw. sich ein Zusammenarbeiten mit den Physikern anbahnen konnte.

Diese Ansätze unterstreichen aber die günstige Grundstimmung am Mathematischen Seminar, die eine für derartige Forschungen aufgeschlossene Haltung dokumentiert. Ergänzend kann hierzu noch auf die Forschungen von Doetsch hingewiesen werden, der mit seinen Arbeiten zur Laplace-Transformation einen wichtigen Beitrag zur mathematischen Physik leistete. Eine ganze Reihe der in verschiedenen Teilgebieten der Physik auftretenden Gleichungen konnte durch die Anwendung der Laplace-Transformation vereinfacht und damit das durch die Gleichung beschriebene Problem gelöst werden. Seine Behandlung von Fragen der Wärmeleitung wie seine durchaus kritischen, allgemeinen philosophischen Reflexionen über die Mathematik

[956] Vergleiche hierzu etwa die Ausführungen in [Mises 1931], Abschnitt IV.

und ihre Anwendungsmöglichkeit auf die Wirklichkeit sowie ihren erkenntnistheoretischen Wert belegen deutlich ein über die Entwicklung der mathematischen Methode hinausgehendes Interesse. Mit seiner 1924 vorgetragenen Charakterisierung der theoretischen Physik als eine axiomatisierbare und logisch fundierbare Theorie[957] knüpfte er – bei aller Unterschiedlichkeit in erkenntnistheoretischer Hinsicht – an die Bestrebungen zur Axiomatisierung der Physik seitens Hilberts und anderer an. Diese Charakterisierung war bei Doetsch eng verbunden mit seinen philosophisch-erkenntnistheoretischen Vorstellungen zum Verhältnis von Theorie und realer Welt, ein Zusammenhang mit den in jenen Jahren entstehenden abstrakten Auffassungen einzelner mathematischer Teilgebiete und der Mathematik als Strukturmathematik konnte nicht festgestellt werden. Wie in den vorangegangenen Fällen konnte auch Doetsch keine langfristige Einwirkung auf die Forschungen am Mathematischen Seminar erzielen. Vielmehr gelang es nicht, die Stelle wieder sachgemäß zu besetzen, gleichzeitig trat mit der Berufung von Jung und Hasse ein grundsätzlicher Wechsel in der Forschungsrichtung ein (vgl. Abschnitt 6.5). Hasse vertrat zudem in seiner Antrittsrede 1925 die Position, dass die Mathematik eine Geisteswissenschaft sei. In den folgenden Jahrzehnten waren keine weiteren Beiträge zu Fragen der mathematischen bzw. theoretischen Physik zu verzeichnen, noch wurde in sonstiger Form auf die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik Bezug genommen.

Zu dieser Neuorientierung in der Forschung passt auch die völlige Aufgabe der Astronomie. Nachdem die Astronomie bereits am Ende des 19. Jahrhundert ein Schattendasein an der Hallenser Universität geführt hatte, war es nicht gelungen, ihr im Rahmen der Aufwertung der angewandten Mathematik wieder eine angemessene Position an der Universität zu verschaffen. Das Scheitern der sich über mehrere Jahre hinziehenden Bemühungen um einen Neubau der Sternwarte und einen Neuanfang der Astronomie ließ wohl auch die Förderer der angewandten Mathematik, Wangerin und Gutzmer, resignieren. Zusätzliche Schwierigkeiten ergaben sich aus den persönlichen Spannungen zwischen Wangerin und später auch Gutzmer zu Buchholz, der ab 1895 die Astronomie in der Lehre vertrat. Trotz all dieser Probleme muss

[957] Doetsch 1924b

die Liquidierung der Sternwarte einschließlich ihrer Bibliothek und der vorhandenen Geräte Anfang der 20er Jahre des 20. Jahrhunderts sowie das danach nur noch spärliche Angebot von Vorlesungen zur Ausgleichsrechnung und anderen Themen als ein Desinteresse der Mathematiker an diesem Zweig der Anwendungen interpretiert werden.

Die als zweiter Charakterzug der Beziehungen zwischen Mathematik und Physik an der Hallenser Universität hervorgehobene enge Bindung der Theorie an experimentelle Untersuchungen kann als Indiz für eine vorwiegend in traditionellen Bahnen verlaufende Entwicklung gewertet werden. Obwohl über längere Zeiträume der Kontakt zu solch aktuellen und neuen Forschungsgebieten, etwa der Relativitätstheorie und der Atom- bzw. Quantenphysik, bestand, blieb eine deutliche Polarisierung zwischen theoretischer und Experimentalphysik, wie sie sich in einigen Zentren der physikalischen Forschung abzeichnete, aus. Die Ursachen sind sowohl in den persönlichen Neigungen der einzelnen Lehrstuhlinhaber für Experimental- wie für theoretische Physik zu suchen als auch in deren Reaktion auf den Erkenntnisfortschritt in der Gesamtdisziplin oder einzelnen ihrer Teilgebiete.

Der in Halle beschrittene Weg ist dabei als eine unter mehreren Möglichkeiten zu verstehen, die sich aus den Stellenbesetzungen, den individuellen Interessen und den institutionellen Rahmenbedingungen, speziell der vorhandenen finanziellen wie technischen Ausstattung der Institute, ergab. Als beispielsweise durch die Hinwendung Schmidts zu experimentellen Untersuchungen das Fehlen einer stärkeren theoretischen Komponente als Manko empfunden wurde, nutzte die Philosophische Fakultät 1916 die erste sich bietende Möglichkeit, um eine Änderung zu erreichen. Doch scheiterte dieser Versuch an der Verhandlungsführung im Ministerium und an der Person Mies. Danach war für etwa ein Jahrzehnt eine grundlegende Neuorientierung blockiert. Die Ende der 1920er Jahre begonnenen erneuten Bemühungen, die theoretische Physik wieder stärker zur Geltung zu bringen, scheiterten zum einen an der zu geringen Attraktivität des Physikalischen Instituts und den verfügbaren Finanzmitteln, um einen angesehenen jungen Physiker mit überdurchschnittlichen Fähigkeiten nach Halle zu ziehen, zum anderen an einer Fehleinschätzung von Smekals Forschungen durch die Philosophische Fakultät bei dessen Nominierung als Nachfolger Schmidts. Die trotz allem festzustellende Kontinuität in den theoretischen Forschungen

war also nicht das Produkt einer geplanten langfristigen Orientierung, sondern war an einigen Punkten von Zufälligkeiten beeinflusst, was aber die Leistungen der einzelnen Vertreter nicht abwertet.

Als ein erster, sowohl experimentell wie theoretisch auf zentralen Feldern der physikalischen Forschung tätiger Wissenschaftler ist Dorn zu nennen, der sich nach seinem Wechsel auf das Ordinariat für Experimentalphysik intensiv Studien zur Strahlungsphysik widmete und wertvolle Ergebnisse erzielte. Der eingehenden quantitativen Analyse ließ er bei genügend breiter Basis theoretische Überlegungen folgen und dokumentierte auf diese Weise, dass er der Theorie eine wichtige Funktion bei der Ordnung der Resultate und der Erklärung der Phänomene zuerkannte. Seine ab 1906 in Angriff genommenen Untersuchungen zu den Eigenschaften anisotroper Flüssigkeiten erreichten national wie international noch nicht dieses Niveau und verblieben im Stadium der quantitativen Bestimmung verschiedener Größen und deren Abhängigkeiten.

In ähnlicher Weise fällt das Fazit über die Forschungen von Schmidt, Dorns Nachfolger als Extraordinarius für theoretische Physik, zur Telegraphie und Rundfunktechnik aus. Theoretische Überlegungen waren auf diesem im raschen Aufschwung befindlichen Gebiet ein wichtiges Element für eine Verbesserung der Versuchsgestaltung, die aufgrund der teilweise geringen Kenntnisse über die verschiedenen Einflussfaktoren noch sehr von den individuellen Erfahrungen abhing. Schmidts spätere Studien zu Interferenzerscheinungen von Röntgenstrahlen an verschiedenen Metallen zeigten ebenfalls eine beachtliche theoretische Komponente. Die Abweichungen von den erwarteten Versuchsergebnissen konnten zwar noch nicht erklärt werden, doch ergaben sich Hinweise für weitere gezielte Experimente, um mögliche Erklärungsansätze zu prüfen.

Bezeichnend für die enge Verflechtung von Experiment und Theorie bei den Hallenser Physikern ist weiterhin die Tatsache, dass Mie bei seinem Wechsel nach Halle auf der Berufung als Ordinarius für Experimentalphysik beharrte und nicht die Position des theoretischen Physikers einnahm, die seinen bisherigen Forschungen entsprach. Seine Erörterungen verschiedener experimenteller Daten zur Lichtemission und die Auseinandersetzungen mit deren unterschiedlichen Interpretationen auf der Basis der Quantentheorie repräsentieren die Anfänge

jener neuen Art des Ineinandergreifens von Experiment, Theorie und mathematischer Beschreibung, wie sie sich in den 1920er Jahren immer deutlicher herausbildete. Es bleibt unbestritten, dass auch zuvor die Kombination der drei genannten Komponenten bereits einen Wesenszug der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik bildete. Mit der Einbeziehung quanten- und atomtheoretischer Betrachtungen erreichten die zur Vorbereitung bzw. Auswertung der Experimente notwendigen theoretischen Überlegungen einen größeren Umfang, wie auch das Konzipieren von Versuchen zur Überprüfung neuer theoretischer Erkenntnisse neue Herausforderungen an die Experimentiertechnik und die theoretische Durchdringung der jeweiligen Erscheinung stellte. Die damit verbundene mathematische Erfassung der Vorgänge erforderte teilweise von den Physikern, bisher unbekannte abstraktere mathematische Objekte zu benutzen, also die Heranziehung neuen mathematischen Wissens. Die Veränderungen betrafen folglich den größeren Umfang der verwendeten mathematischen bzw. physikalischen Elemente sowie teilweise die mathematische bzw. physikalische Theorie selbst.

In noch stärkerem Maße als bei Mie kam die stärkere Verzahnung von experimentellen und theoretischen Überlegungen in den Arbeiten des nur kurze Zeit in Halle tätigen G. Hertz zum Ausdruck. Die Analyse der Bewegung langsamer Elektronen erforderte erhebliche theoretische Anstrengungen. Diese betrafen die Beschreibung der Erscheinung selbst, die Berechnung einer experimentell messbaren Größe und die Festlegung der zur Messung notwendigen Versuchsanordnung. Die Arbeiten lassen erkennen, dass nur das Zusammenspiel der drei genannten Säulen, physikalische Theorie, mathematische Beschreibung und Experiment, Fortschritte bei der Bearbeitung der Problemstellung bringen konnte. In Abhängigkeit etwa vom Stand der theoretischen Durchdringung des Sachverhalts oder den experimentellen Möglichkeiten konnte es dabei durchaus in einem gewissen Zeitraum zu einer variierenden Schwerpunktsetzung kommen. Dies verdeutlichen beispielsweise Hertz' Mitarbeiter bzw. Schüler, Hanle und Pose, die, im Bemühen, diese Grundhaltung in ihren weiteren Forschungen in Halle umzusetzen, zunächst der experimentellen Komponente besondere Aufmerksamkeit widmeten. Auch Hoffmanns Studien zur kosmischen Höhenstrahlung sind in diesem Kontext zu nennen. Ausgehend von vorliegenden Daten und von eigenen Beobachtungen hatte dieser die Theorie der soge-

nannten Hoffmann'schen Stöße aufgebaut, doch konzentrierten sich die nachfolgenden Aktivitäten auf weitere Messungen und Beobachtungen, also auf die experimentelle Seite. Da der entscheidende theoretische Fortschritt zur Erklärung dieser Vorgänge noch ausstand, erschien dies als der sinnvollste Weg, um Aufschlüsse über die Gültigkeit der vorliegenden Theorie sowie Anregungen zu möglichen Verbesserungen bzw. Neuansätzen zu erhalten.

In seiner Theorie der Resonanzeindringung stützte sich Pose Ende der 1920er, Anfang der 1930er Jahre gleichermaßen auf neue Erkenntnisse zum Atombau sowie die theoretische Herleitung für ein mögliches Auftreten derartiger Resonanzeffekte und eine verbesserte, d. h. genauer messende Versuchstechnik. Die Diskussionen um die Anerkennung dieser Theorie und Poses Anstrengungen, sie zu verifizieren, belegen erneut, auf welch hohem theoretischen Niveau sich experimentelle und theoretische Physik begegneten. In diesem Fall wird außerdem besonders deutlich, welch ausschlaggebende Bedeutung die experimentelle Seite erlangen konnte. Erst die verbesserte Messtechnik schuf überhaupt die Möglichkeit, eine Einteilung der analysierten Strahlung vorzunehmen.

Schließlich seien noch die von Kast ab Mitte der 1930er Jahre durchgeführten Studien zum Wesen der anisotropen Flüssigkeiten und die umfangreichen Untersuchungen von Smekal und Mitarbeitern zu physikalischen Eigenschaften verschiedener fester Stoffe und zur Festigkeitslehre, speziell zur Unterscheidung von strukturempfindlichen und strukturunempfindlichen Kristalleigenschaften sowie zur Bruchtheorie erwähnt. Beide Beispiele differieren von den vorhergehenden, da bei ihnen die mathematische Beschreibung der theoretischen Grundlagen noch nicht weit entwickelt war bzw. in den Hallenser Forschungen nicht verwendet wurde. Als eine weitere Besonderheit zeichneten sich Smekals Forschungen durch die Berücksichtigung mehrerer technischer Aspekte aus.

Zusammenfassend belegen die angeführten Beispiele eine kontinuierliche, enge Verbindung der Hallenser theoretischen Physiker mit der Experimentalphysik sowie die Rezeption neuer Entwicklungen auf ihrem Gebiet. Die von ihnen gewählten Forschungsthemen waren aus der Palette der aktuellen wichtigen Fragestellungen gewählt und bewegten sich nicht auf abseitigem Terrain. Mit ihren Arbeiten haben

sie, entsprechend der institutionellen und personellen Möglichkeiten, den Fortschritt ihres Fachgebiets aktiv mitgestaltet. Mehrere ihrer Ergebnisse regten zu intensiven Diskussionen mit ihren Fachkollegen an, zu spektakulären neuen Einsichten stießen sie jedoch nicht vor. Insgesamt entwickelte sich die Hallenser theoretische Physik auf einem gutem Niveau und repräsentierte im Vergleich zu der am Leipziger Institut erreichten Spitzenstellung wohl eher den Forschungsalltag an einer mittelgroßen Universität. Diese Charakterisierung der Hallenser Forschungen bedeutet aber nicht, dass sie über den gesamten Untersuchungszeitraum ein homogenes Bild boten.

Es lässt sich hinsichtlich der Zielstellung dieser Studien die folgende Einteilung der Forschungen vornehmen. Neben dem Ausbau einer vorhandenen Theorie standen das Erkunden von einzelnen Erscheinungen durch weitere Experimente, das Ringen um die Formulierung erster theoretischer Ansätze und die Erkundungen technischer Anwendungsmöglichkeiten im Mittelpunkt des Interesses. Die hier hervorgehobenen Aspekte sollen dabei nur den Rahmen für eine Untergliederung der Forschungen liefern, mittelbar dienten diese Arbeiten ebenfalls dem Erkenntnisgewinn und dem Ausbau des bestehenden theoretischen Gerüsts. Die weitere experimentelle Erkundung von einzelnen Erscheinungen als gesonderten Aspekt anzuführen, mag etwas problematisch erscheinen, da dieser bei den anderen oben genannten Aspekten auch ein wichtiger Bestandteil ist. Er dient hier dazu, jene Forschungen zu erfassen, die nur einen schwachen theoretischen Hintergrund hatten und hauptsächlich der Daten- bzw. Materialsammlung dienten.

Die experimentelle Ermittlung der Eigenschaften anisotroper Flüssigkeiten war für Dorn der geeignete Weg, um sich dem neuen Untersuchungsobjekt zu nähern und um zu ersten theoretischen Ansätzen zu gelangen. Ebenso dienten die Studien von Schmidt, Berndt, Wigand und Kolhörster zur Physik der freien Atmosphäre sowie von Messerschmidt zur kosmischen Höhenstrahlung der Schaffung einer geeigneten Datenbasis. Der größte Teil der Hallenser physikalischen Forschungen lässt sich als Beitrag zum Ausbau vorhandener Theorien einordnen. In diese Kategorie fallen die Untersuchungen von Dorn zur Strahlungsphysik und zur Radioaktivität, von Schmidt, Mie und Herweg zu Kathoden- und Röntgenstrahlen, von Hertz und Pose zur Bewegung langsamer Elektronen, von Hanle zu Intensitätsmessungen von Spektrallinien,

von Faessler zur Röntgenfluoreszenzanalyse, von Hoffmann und Pose zu Kernumwandlungen, von Herweg zu flüssigen Dielektrika, von Valentiner zur spezifischen Wärme von Gasen sowie im gewissen Sinne Mies Hallenser Arbeiten zur Theorie der Materie. Dabei umfasste der Ausbau der Theorie auch das Einbringen neuer Ansätze, wie dies einige der genannten Gelehrten in ihren Publikationen vornahmen. Im Unterschied dazu lieferten die Forschungen von Hoffmann zur kosmischen Höhenstrahlung, von Kast zu anisotropen Flüssigkeiten und von Roloff zur Photopolymerisation erste theoretische Ansätze für eine noch zu schaffende umfassendere Theorie. Die Frage der technischen Anwendungen spielte dann für die Arbeiten von Schmidt zur Funktechnik sowie von Smekal, Rexer und Faessler zu Kristalleigenschaften, zur Bruchtheorie und zur Stoffzerkleinerung eine prägende Rolle. Die letztgenannte Beschäftigung mit Bruchtheorie und Stoffzerkleinerung gehört zu jenen praktisch nutzbaren bzw. kriegswichtigen Studien, die ab Mitte der 1930er Jahre in Halle entstanden.

In Hinblick auf ihren Beitrag zu den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik fällt die Bilanz der Mathematiker dagegen deutlich bescheidener aus. Eine intensivere Hinwendung zur Behandlung physikalischer Probleme mit neueren mathematischen Methoden beschränkte sich auf einen kurzen Zeitraum und erfolgte durch Wissenschaftler, die nur durch einen Lehrauftrag, also relativ lose, am Mathematischen Seminar angestellt waren. All diese Mathematiker mussten sich im Lehrbetrieb der angewandten Mathematik widmen, doch wäre es übertrieben, einen direkten Zusammenhang zwischen dem Eingebundensein in die Lehre zur angewandten Mathematik und den Forschungsaktivitäten zur mathematischen Physik herzustellen. Die Diskussionen um die angewandte Mathematik und deren stärkere Beachtung in der Lehre haben sicher auch positiv auf die Forschungen zur mathematischen Physik gewirkt. Fragen der mathematischen Physik bildeten aber zum einen nur einen Teil im Lehrprogramm der angewandten Mathematik, zum anderen unterschieden sich die diesbezüglichen Forschungen sehr deutlich von den Vorlesungsinhalten. Dies harmoniert mit der Tatsache, dass einige Hallenser Professoren, die zur angewandten Mathematik lehrten, nicht zur mathematischen Physik forschten. Die Impulse der Hallenser Mathematiker für eine aktive Gestaltung des Wechselverhältnisses zur Physik waren hinsichtlich der

Forschung sehr gering. Es soll aber nicht unerwähnt bleiben, dass die wenigen hoffnungsvollen Ansätze zu einer stärkeren Hinwendung zu mathematisch-phyiskalischen Untersuchungen durch die ungünstige Personalpolitik des Kultusministeriums, einschließlich dessen geringe Durchsetzungskraft gegenüber dem Finanzministerium, nicht zur Entfaltung kommen konnten.

Abbildung 9.2
Julius Herweg, Privatdozent für Physik in Halle 1917 – 1923

Das sich offenbarende Ungleichgewicht in der Entwicklung des Wechselverhältnisses zwischen Mathematik und Physik an der Universität Halle-Wittenberg deutet die Variationsbreite an, in der sich diese Entwicklung vollzog. Kaum eine mittelgroße Universität konnte alle wichtigen Teilgebiete beider Disziplinen in der Forschung repräsentieren. Die Auswahl der berücksichtigten Teilgebiete beschränkte sich bei den meisten Universitäten auf einige wenige und hing wie die vorgelegte Darstellung zeigte, von vielen äußeren und individuellen Faktoren ab. Durch detaillierte Untersuchungen der jeweiligen tatsächlichen lokalen Realisierungen gelangt man insgesamt zu einem differenzierten Bild. Aus der Fülle der verschiedenen Entwicklungsvarianten lassen sich dann jene Merkmale herausschälen, die das Niveau der Wechselwirkungen ab den 1920er Jahren des vorangegangenen Jahrhunderts prägten.

Anhang: Verzeichnis der Vorlesungen zur mathematischen und theoretischen Physik (Wintersemester 1890/91 – Sommersemester 1945)

Der Anhang enthält diejenigen Vorlesungen zur mathematischen und theoretischen Physik, welche den im Kapitel 4 beschriebenen Kriterien genügen. Es wurden aus Platzgründen i. A. keine Vorlesungen zur Astronomie oder zur angewandten Mathematik aufgenommen. Die Bezeichnung «(mit Übungen d. [Name])» weist darauf hin, dass zusätzlich von [Name] Übungen als separate Veranstaltung angekündigt waren. Die mit * gekennzeichneten Vorlesungen wurden der Übersicht halber hinzu genommen, gingen aber nicht in die den Diagrammen zugrunde liegende Statistik ein. Die bis 1918 bestehenden Berichtspflicht gegenüber dem preußischen Ministerium über tatsächlich gehaltene Vorlesungen (UAH, Rep. 4, Nr. 1330 – 1334) ermöglichte es, diejenigen Vorlesungen zu ermitteln, die aus verschiedenen Gründen nicht gehalten wurden oder im Bericht nicht verzeichnet waren.[958] Diese wurden mit [#] versehen. Relevante, im Bericht zusätzlich aufgeführte Vorlesungen und signifikante Änderungen des Titels, wurden in eckigen Klammern [...] vermerkt, der Titel der Vorlesung folgt den Angaben im Vorlesungsverzeichnis. Die Schreibweisen der Namen in den Vorlesungsverzeichnissen wurden vereinheitlicht, jedoch wurden die ab Sommersemester 1921 weggelassenen Titel vor den Personennamen nicht ergänzt.

[958] Aufgrund der mangelhaften Berichterstattung während der letzten Kriegsjahre gilt dies jedoch nur für die bis zum Wintersemester 1915/16 durchgeführten Vorlesungen.

Wintersemester 1890/91
Molecularphysik, Prof. Cornelius [#]
Neuere Theorien der Elektrodynamik, Prof. Dorn
Ausgewählte Kapitel der theoretischen Physik, Dr. K. Schmidt
Theoretisch-physikalisches Seminar, Prof. Dorn

Sommersemester 1891
Partielle Differentialgleichungen und deren Anwendungen auf geometrische und physikalische Fragen, Prof. Wangerin
Analytische Mechanik, Theil 1, Prof. Wangerin
Undulationstheorie des Lichtes, Prof. Dorn
Wärmetheorie, Dr. K. Schmidt

Wintersemester 1891/92
Anwendung der Theorie der partiellen Differentialgleichungen, Prof. Wangerin
Analytische Mechanik, Theil 2, Prof. Wangerin
Molecularphysik, Prof. Cornelius
Einleitung in die theoretische Physik, Prof. Dorn
Theorie der Elasticität, Prof. Dorn
Theorie des Magnetismus und der Inductionserscheinungen, Dr. K. Schmidt

Sommersemester 1892
Theorie des Potentials und der Kugelfunctionen, Prof. Wangerin
Mechanische Theorie der Wärme, Prof. Dorn
Kinetische Theorie der Gase, Prof. Dorn
Theorie der elektrischen Kräfte, Dr. K. Schmidt

Wintersemester 1892/93
Analytische Mechanik, Prof. Cantor
Theorie der Capillarität, Prof. Wangerin
*Ueber die Verwandtschaft der Naturkräfte und die Erhaltung der Energie, mit Experimenten, für Studirende aller Facultäten, Prof. Dorn
Theorie der Electricität und des Magnetismus, (mit Uebungen), Prof. Dorn
Spectralanalyse und ihre Verwendung, Dr. K. Schmidt

Sommersemester 1893
Potentialtheorie, Prof. Cantor [#]
Einleitung in die Mechanik für Mathematiker in den ersten Semestern und für Studirende der Naturwissenschaften, (mit Uebungen), Dr. Wiener
Undulationstheorie des Lichtes, Prof. Dorn
Ausgewählte Kapitel der theoretischen Physik, Prof. Dorn
Ausgewählte Kapitel der theoretischen Physik, Dr. K. Schmidt

Wintersemester 1893/94
Einleitung in die Mathematik für Studirende der Naturwissenschaften

(Grundzüge der analytischen Geometrie, der Differential- und Integralrechnung), Dr. Wiener
Molekularphysik, Prof. Cornelius
Ausgewählte Kapitel der theoretischen Physik, Prof. Dorn [#]
Ausgewählte Kapitel der theoretischen Physik, Dr. K. Schmidt [#]
Theorie der Elasticität [mit Uebungen], Prof. Dorn
*Ueber Beziehungen zwischen Physik und Chemie (mit besonderer Berücksichtigung der von Ostwald vertretenen Anschauungen), Dr. K. Schmidt

Sommersemester 1894
Anwendung der elliptischen Funktionen auf Geometrie und Mechanik, Dr. Stäckel [#]
Ueber Wärmeleitung und Diffusion mit Uebungen, Prof. Dorn
Mechanische Theorie der Wärme, Prof. Dorn
Theorie des Lichtes, Dr. K. Schmidt [#]

Wintersemester 1894/95
Theorie des Potentials und der Kugelfunctionen, Prof. Wangerin
Einleitung in die Mechanik für Mathematiker in den ersten Semestern und für Studirende der Naturwissenschaften, (mit Uebungen), Dr. Wiener [#]
Molekularphysik, Prof. Cornelius [#]
Theorie der Elektricität und des Magnetismus (einschließlich der elektrischen Ströme, mit Uebungen), Prof. Dorn [#]
[Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, Dr. K. Schmidt]
[Uebungen zur Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, Prof. Dorn]
Kinetische Theorie der Gase, Prof. Dorn
Die Anwendung der Mathematik auf naturwissenschaftliche Untersuchungen nebst Uebungen (für Studirende sämmtlicher Naturwissenschaften), Dr. K. Schmidt

Sommersemester 1895
Analytische Mechanik, Theil 1, Prof. Wangerin
Undulationstheorie des Lichtes, Dr. K. Schmidt

Wintersemester 1895/96
Analytische Mechanik, Theil 1, Prof. Cantor [#]
Analytische Mechanik, Theil 2, Prof. Wangerin
Molekularphysik, Prof. Cornelius [#]
Mechanik, Prof. K. Schmidt [#]
Anwendung der Mathematik auf naturwissenschaftliche Untersuchungen nebst Uebungen, Prof. K. Schmidt
Uebungen in der theoretischen Physik, Prof. K. Schmidt [#]

Sommersemester 1896
Molekularphysik, Prof. Cornelius [#]

Einleitung in die theoretische Physik, (mit Uebungen), Prof. K. Schmidt [#]
Theorie elektrischer Oscillationen, Prof. K. Schmidt

Wintersemester 1896/97
Einführung in die theoretische Physik, (mit Uebungen) [ohne Übungen], Prof. K. Schmidt
Mechanische Wärmetheorie, Prof. Dorn
Anwendung der Mathematik auf naturwissenschaftliche Probleme, Prof. K. Schmidt

Sommersemester 1897
Theorie des Potentials und der Kugelfunctionen, Prof. Wangerin [#]
Analytische Mechanik, (mit Uebungen), Prof. Cantor
Kinetische Theorie der Gase, Prof. Dorn
Theoretische Optik, Prof. K. Schmidt [#]
Spektral-Analyse, Prof. K. Schmidt

Wintersemester 1897/98
Ausgewählte Capitel der analytischen Mechanik, Prof. Cantor [#]
Theoretische Physik, Theil 1 (Mechanik und Wärmelehre), Prof. K. Schmidt [#]
Theorie der Elasticität, Prof. Dorn

Sommersemester 1898
Analytische Mechanik, Theil 1, mit Uebungen, Prof. Wangerin
Ausgewählte Kapitel der theoretischen Physik, mit Uebungen, Prof. K. Schmidt
Theoretische Optik [Undulationstheorie des Lichtes], Prof. Dorn
Thermodynamik, Prof. K. Schmidt [#]

Wintersemester 1898/99
Analytische Mechanik, Theil 2, Prof. Wangerin
Ausgewählte Kapitel der Theorie der Wärme, nebst Uebungen, Prof. K. Schmidt

Sommersemester 1899
Theorie des Potentials und der Kugelfunctionen, Prof. Wangerin
Einleitung in die theoretische Physik, Prof. Dorn
Theorie des Magnetismus und der Elektricität, (mit Uebungen), Prof. K. Schmidt

Wintersemester 1899/1900
Die wichtigsten partiellen Differentialgleichungen der mathematischen Physik, Prof. Wangerin
Analytische Mechanik, Prof. Cantor [#]
Mathematische Theorie der Wärme, (mit Uebungen), Prof. K. Schmidt
Theorie der Elasticität, Prof. Dorn

Sommersemester 1900
Analytische Mechanik, Theil 2, (mit Uebungen), Dr. Graßmann
Theoretische Optik, (mit Uebungen), Prof. K. Schmidt

Wintersemester 1900/01
Theorie der Elektricität und des Magnetismus, (mit Uebungen), Prof. K. Schmidt
Kinetische Theorie der Gase, Prof. Dorn

Sommersemester 1901
Theorie des Potentials und der Kugelfunktionen, Prof. Wangerin
Einleitung in die theoretische Physik, (mit Uebungen), Prof. K. Schmidt
Elektrodynamik nach Hertz, Prof. Dorn

Wintersemester 1901/02
Analytische Mechanik, mit Uebungen, Prof. Wangerin
Theorie der Elasticität, Prof. Dorn
Mechanische Wärmetheorie, Prof. K. Schmidt
Uebungen zur theoretischen Physik, Prof. K. Schmidt [#]

Sommersemester 1902
Analytische Mechanik, Theil 2, Prof. Wangerin
Theorie des Magnetismus und der Elektricität, Prof. K. Schmidt
Uebungen zur theoretischen Physik, Prof. K. Schmidt [#]

Wintersemester 1902/03
Hydrodynamik, Prof. Wangerin
Einleitung in die theoretische Physik, Prof. K. Schmidt
Undulationstheorie des Lichtes, Prof. Dorn

Sommersemester 1903
Analytische Mechanik, Teil 1, mit Uebungen, Prof. Graßmann
Ausgewählte Theile der elektromagnetischen Lichttheorie, Prof. Dorn
Theorie der Wärme, (mit Uebungen), Prof. K. Schmidt

Wintersemester 1903/04
Theorie des Potentials und der Kugelfunktionen, Prof. Wangerin
Analytische Mechanik, Teil 2, mit Übungen, Prof. Graßmann
Theorie der Elastizität, Prof. Dorn
Elektrizität und Magnetismus, Prof. K. Schmidt
Übungen zur theoretischen Physik, Prof. K. Schmidt

Sommersemester 1904
Analytische Mechanik, Teil 3, (mit Übungen), Prof. Graßmann
Ausgewählte Kapitel der Potentialtheorie, Prof. Wangerin
Theoretische Behandlung naturwissenschaftlicher Fragen (für Studirende der Naturwissenschaften), Prof. K. Schmidt
Einleitung in die theoretische Physik, Prof. K. Schmidt

Wintersemester 1904/05
Partielle Differentialgleichungen, 1: Hydrodynamik und Akustik, (mit Übungen), Dr. Bernstein [#]
[Analytische Mechanik mit Einschluß der Untersuchungen auf dem Gebiet der technischen Mechanik, Dr. Bernstein]
Analytische Mechanik, Prof. Cantor [#]
Wärmelehre, Prof. K. Schmidt
Theorie der Gase, Dr. Valentiner

Sommersemester 1905
Analytische Mechanik, Prof. Cantor [#]
Anwendung der Variationsrechnung auf höhere Mechanik, Dr. Buchholz
Theorie der Akustik und der Kapillaritätserscheinungen, (mit Übungen), Dr. Valentiner [#]
Elektrizität und Magnetismus, Prof. K. Schmidt

Wintersemester 1905/06
Theorie des Potentials und der Kugelfunktionen, Prof. Wangerin
Analytische Mechanik, Prof. Gutzmer
Mechanische Wärmetheorie, Dr. Berndt
Theorie der Elektrizität, Teil 2, (mit Übungen), Prof. K. Schmidt
Undulationstheorie des Lichtes, Prof. Dorn

Sommersemester 1906
Ausgewählte Kapitel der Potentialtheorie, Prof. Wangerin
Ausgewählte Kapitel der analytischen Mechanik, Prof. Gutzmer [im Seminar behandelt]
Ausgewählte Kap. der theoretischen Astronomie u. Physik (Theorie der Refraktion, Aberration, Präzession), Dr. Buchholz
Einleitung in die theoretische Physik, (mit Übungen), Prof. K. Schmidt
Einführung in die Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, Dr. Berndt
Elektromagnetische Theorie des Lichtes, Prof. Dorn

Wintersemester 1906/07
Partielle Differentialgleichungen und ihre Anwendung in der mathematischen Physik, Prof. Wangerin
Theorie der Wärme, Prof. K. Schmidt [#]
Theorie der Elastizität, Prof. Dorn

Sommersemester 1907
Analytische Mechanik, Prof. Cantor
Einleitung in die theoretische Physik, Dr. Berndt [#]
Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, Prof. K. Schmidt

Wintersemester 1907/08
Theorie des Potentials und der Kugelfunktionen, Prof. Wangerin

Ausgewählte Kapitel der analytischen Mechanik, Prof. Cantor [#]
[Analytische Mechanik Teil II, Prof. Wangerin]
*Anwendung der Variationsrechnung auf Himmelsmechanik (Theorie der Variation der Konstanten nach Lagrange u. Jacobi), Dr. Buchholz
Einleitung in die theoretische Physik, Prof. K. Schmidt
Undulationstheorie des Lichtes, Prof. Dorn
Mathematische Ergänzungen zum Physikalischen Praktikum, Dr. Berndt

Sommersemester 1908
Ausgewählte Kapitel der Potentialtheorie, Prof. Wangerin
Elektromagnetische Theorie des Lichtes, Prof. Dorn
*Einführung in die Vectoranalysis, Dr. Berndt [#]
Über schnelle elektrische Schwingungen, (mit Übungen), Prof. K. Schmidt
Theorie der Wärme, Prof. K. Schmidt

Wintersemester 1908/09
Theorie der Elastizität, Prof. Dorn
Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, Prof. K. Schmidt
*Einführung in die Vectoranalysis, Dr. Berndt [eingeschränkt stattgefunden]

Sommersemester 1909
Analytische Mechanik [I], Prof. Wangerin
Theoretische Ergänzungen zur Experimentalphysik, Dr. Berndt [#]
Ausgewählte Kapitel zur Einführung in die theoretische Physik, Dr. Berndt [#]
Theoretische Optik, Prof. K. Schmidt
Mechanische Theorie der Wärme, Prof. Dorn
Physik der elektrischen Schwingungen, nebst Übungen, Prof. K. Schmidt

Wintersemester 1909/10
Analytische Mechanik, Teil 2, Prof. Wangerin
Einleitung in die theoretische Physik, Prof. K. Schmidt

Sommersemester 1910
Theorie des Potentials und der Kugelfunktionen, Prof. Wangerin
Elektromagnetische Theorie des Lichtes, Prof. Dorn
Mechanische Wärmetheorie, Prof. K. Schmidt

Wintersemester 1910/11
Analytische Mechanik, Prof. Cantor [im Januar erkrankt]
Theorie der Elastizität, Prof. Dorn
Theorie des Magnetismus und der Elektrizität, Prof. K. Schmidt

Sommersemester 1911
Die partiellen Differentialgleichungen der mathematischen Physik, Prof. Wangerin [#]
*Höhere Mechanik (die allgemeine Theorie der Variation der Konstanten

a) nach Lagrange, b) nach Jacobi, und ihre Anwendung auf das Problem der Planetenbewegung), Dr. Buchholz
Mechanische Theorie der Wärme, Prof. Dorn
Theoretische Optik, Prof. K. Schmidt
*Ausgew. Kapitel der mineralogischen Optik, Prof. Boeke

Wintersemester 1911/12
Analytische Mechanik, Prof. Gutzmer
Einleitung in die theoretische Physik, Prof. K. Schmidt

Sommersemester 1912
Theorie des Potentials und der Kugelfunktionen, Prof. Wangerin
Elektromagnetische Theorie des Lichtes, Prof. Dorn
Mechanische Wärmetheorie, Prof. K. Schmidt
Einführung in die Elektronenlehre, Dr. Wigand

Wintersemester 1912/13
Die partiellen Differentialgleichungen der mathematischen Physik, Prof. Wangerin
*Geometrische Kristallographie, in Übungen, Prof. Boeke
Theorie der Elastizität, Prof. Dorn
Theorie des Magnetismus und der Elektrizität, Prof. K. Schmidt

Sommersemester 1913
Analytische Mechanik, Prof. Wangerin
Mechanische Theorie der Wärme, Prof. Dorn
Theoretische Optik, Prof. K. Schmidt

Wintersemester 1913/14
Analytische Mechanik, Teil 2, Prof. Wangerin
Einleitung in die theoretische Physik, Prof. K. Schmidt
Neuere Probleme der Wärmelehre (Entropie, Energiequanten), Dr. Wigand

Sommersemester 1914
Theorie des Potentials und der Kugelfunktionen, Prof. Wangerin
Einführung in die elektromagnetische Theorie des Lichtes, Prof. Dorn
Theorie der Wärme, Prof. K. Schmidt

Wintersemester 1914/15
Theorie der Elastizität, Prof. Dorn
Theorie des Magnetismus und der Elektrizität, Prof. K. Schmidt
Grundzüge der Elektronenlehre, Dr. Wigand [#]

Sommersemester 1915
Analytische Mechanik, Teil 1, Prof. Wangerin
Einführung in die mechanische Wärmetheorie, Prof. Dorn
Elektromagnetische Theorie des Lichtes, Prof. K. Schmidt
Über Elektronen und Ionen, Dr. Wigand [#]

Wintersemester 1915/16
Analytische Mechanik, Teil 2, Prof. Wangerin
Einleitung in die theoretische Physik, Prof. K. Schmidt
Über Elektronen und Ionen, Dr. Wigand [#]

Sommersemester 1916
Theorie des Potentials und der Kugelfunktionen, Prof. Wangerin
Mechanische Wärmetheorie, Prof. K. Schmidt
Elektromagnetische Theorie des Lichtes, Prof. Dorn
Über Elektronen und Ionen, Dr. Wigand

Wintersemester 1916/17
Schwierigere Kapitel der Potentialtheorie, Prof. Wangerin
Theorie des Magnetismus und der Elektrizität, Prof. K. Schmidt

Sommersemester 1917
Analytische Mechanik, Teil 1, Prof. Wangerin
Theorie des Lichtes [Theoretische Optik, (mit Übungen)], Prof. K. Schmidt

Wintersemester 1917/18
Analytische Mechanik, Teil 2, Prof. Wangerin
Kreiseltheorie mit Anwendungen, Dr. Grammel
Einleitung in die theoretische Physik, Prof. K. Schmidt

Sommersemester 1918
*Einführung in die Vektorrechnung, Dr. Grammel
Theorie der Wärme, Prof. K. Schmidt

Wintersemester 1918/19
Elementare Mechanik, Dr. Grammel
Theorie des Potentials und der Kugelfunktionen, Prof. Wangerin
Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, Prof. K. Schmidt

Zwischensemester 1919 (Februar bis April)
Grundzüge der theoretischen Physik (mit Ausnahme der Optik), Prof. K. Schmidt

Sommersemester 1919 (April bis August)
Analytische Mechanik, Teil 1, Prof. Wangerin
Mechanik der Flüssigkeiten und Gase (Hydro- und Aërodynamik), Dr. Grammel
Potentialtheorie, Teil 2, Prof. Wangerin
Theoretische Optik, Prof. K. Schmidt
Moleküle und Atome, Prof. Mie
Über Elektronen und Ionen, Dr. Wigand

2. Zwischensemester 1919 (September bis Dezember)
Analytische Mechanik, Teil 2, Prof. Wangerin
Grundzüge der theoretischen Physik, Prof. K. Schmidt

Wintersemester 1920 (Januar bis März)
Mechanik des starren Körpers (elementare Kreiseltheorie), Dr. Grammel
Einleitung in die theoretische Physik, Prof. K. Schmidt
Strahlungsgesetz und Energiequanten, Dr. Wigand
Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, Teil 2, Prof. Mie
Grundzüge der Meteorologie und Aerologie, Dr. Wigand

Sommersemester 1920
Analytische Mechanik, Teil 1, Prof. Gutzmer
Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, Teil 1, Prof. Mie
Theorie der Wärme, Prof. K. Schmidt
Grundzüge der Meteorologie und Aerologie, Dr. Wigand

Wintersemester 1920/21
Analytische Mechanik, Teil 2, Prof. Gutzmer
Grundlinien der Physik, Prof. Mie
Theorie des Magnetismus und der Elektrizität, Prof. K. Schmidt
Elektrische Wechselströme und Schwingungen, Prof. K. Schmidt
Elektronen und Ionen, Dr. Wigand
Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, Prof. Mie

Sommersemester 1921
Potentialtheorie und Kugelfunktionen, Wangerin
*Vektoranalysis nebst Anwendungen, (mit Übungen), N. N.
Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, Mie
Theoretische Optik, K. Schmidt
Luftelektrizität, Wigand

Wintersemester 1921/22
Potentialtheorie, Teil 2, Wangerin
Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, Mie
Einleitung in die theoretische Physik, K. Schmidt
Elektrische Wechselströme und Schwingungen, K. Schmidt
Radioaktivität und Photoelektrizität, Herweg
Strahlungsgesetz und Quantentheorie, Wigand

Sommersemester 1922
Analytische Mechanik, Teil 1, Wangerin
Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, Teil 1, Mie
Mechanische Wärmetheorie, K. Schmidt
Grundzüge der Meteorologie und Aerologie, Wigand

Wintersemester 1922/23
Über Funktionaloperationen, insbesondere die Laplace-Transformation, Doetsch
Analytische Mechanik, Teil 2, Wangerin
Differentialgleichungen der Physik, Jung
Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, Teil 2, Mie
Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, K. Schmidt
Elektronen und Ionen, Wigand
Elektrische Schwingungen und drahtlose Telegraphie, unter besonderer Berücksichtigung der neuesten Errungenschaften, Herweg

Sommersemester 1923
Ueber die Laplace-Transformation, Doetsch
Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, Mie
Theoretische Optik, K. Schmidt
Ausgewählte Kapitel aus der Elektrizitätslehre, Herweg

Wintersemester 1923/24
Analytische Mechanik, Jung
Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, Mie
Einleitung in die Theoretische Physik, K. Schmidt
Grundzüge der Quantentheorie, Wigand

Sommersemester 1924
Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, Mie
Mechanische Wärmetheorie, K. Schmidt

Wintersemester 1924/25
Theorie des Magnetismus und der Elektrizität, K. Schmidt
Elektronen und Atome, Wigand

Sommersemester 1925
Differentialgleichungen der Physik, (N. N.)
Theorie des Lichtes, K. Schmidt
Fortschritte der Wärmetheorie, Wigand
Grundzüge der Meteorologie und Aerologie, Wigand

Wintersemester 1925/26
Einführung in die höhere Mathematik für Naturwissenschaftler, insbesondere für Chemiker, Teil 2, Grüttner
Einleitung in die Theoretische Physik, K. Schmidt
Quantentheorie, Wigand
Grundzüge der Meteorologie und Aerologie, Wigand

Sommersemester 1926
Wärmelehre, K. Schmidt

Wintersemester 1926/27
Theorie des Magnetismus und der Elektrizität, K. Schmidt

Sommersemester 1927
Theorie des Lichtes, K. Schmidt
Elektronen und Ionen in Gasen, Hertz
Fluoreszenz und Phosphoreszenz, Hanle

Wintersemester 1927/28
Mechanik, Hasse
Einleitung in die theoretische Physik, K. Schmidt
Röntgenstrahlen, Hertz
Magneto- und Elektrooptik, Hanle

Sommersemester 1928
Theoretische Physik (Teil 1), (N. N.)
Elektrische Schwingungen und Wellen, Hertz
Die Bohrsche Atomtheorie, Hanle
*Grenzgebiete zwischen Physik und Chemie, Hanle

Wintersemester 1928/29
Differentialgleichungen der mathematischen Physik, Bessel-Hagen
Theoretische Physik, Teil 2 (Elektrizität und Magnetismus), (N. N.)
Kernphysik (Radioaktivität, Isotope, Atomzertrümmerung), Hanle

Sommersemester 1929
Differentialgleichungen der theoretischen Physik, Hasse
Elektrizität und Magnetismus, Smekal
Wechselstrom und elektrische Wellen, Hoffmann
Elektrizitätsleitung in Metallen, Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal

Wintersemester 1929/30
Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften mit Übungen, Behmann
Radioaktivität, Hoffmann
Atomphysik und Quantenoptik, Smekal
Kohäsion der Festkörper, Smekal
Lumineszenzerscheinungen, Hanle
Seminar für theoretische Physik (Anwendungen der statistischen Mechanik), Smekal

Sommersemester 1930
*Vektoranalysis mit Übungen, Behmann
Mechanik, Smekal
Elastizität der Kristalle, Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal

Wintersemester 1930/31
Elastizität der Kristalle, 2, Smekal
Elektrizität und Magnetismus, Smekal
Optik, 2, Hoffmann
Seminar für theoretische Physik, Smekal

Sommersemester 1931
Mechanik, Brandt
*Physikalisches Weltbild, Hoffmann
Optik, Smekal
Lichtelektrizität, Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal

Wintersemester 1931/32
Wärmelehre, Smekal
Röntgenstrahlen, Röntgenspektren, Hoffmann
Struktur des Atomkerns, Pose
Seminar für theoretische Physik, Smekal

Sommersemester 1932
Elementare Behandlung einiger Aufgaben aus der mathematischen Physik, Neiß
Differentialgleichungen der Physik, Jung
*Relativitätstheorie (für Hörer aller Fakultäten), Smekal
Molekularphysik der Aggregatzustände, Smekal
Wechselstrom und elektrische Wellen, Hoffmann
Kohäsion der Festkörper, Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal

Wintersemester 1932/33
Atomphysik, Smekal
Radioaktivität, Hoffmann
Theorie der Elektrolyte, Smekal
Durchgang von Elektronen durch Materie, Pose
Seminar für theoretische Physik, Smekal

Sommersemester 1933
*Atome und Sterne (für Hörer aller Fakultäten), Hoffmann
Mechanik, Smekal
Elektrizitätsleitung nichtmetallischer Festkörper, Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal

Wintersemester 1933/34
Elektrizität und Magnetismus, Smekal
Physik der Atomkerne, Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal

Sommersemester 1934
Optik, Hoffmann
Optik und elektromagnetische Lichttheorie, Smekal
*Physik des Fliegens (für Hörer aller Fakultäten), Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal
Positive Strahlen, Pose

Wintersemester 1934/35
Differentialgleichungen der Physik, Brandt
Wärmelehre, Smekal
Physik des Atomkerns, Pose
Seminar für theoretische Physik, Smekal

Sommersemester 1935
Die mathematischen Grundlagen der Quantenmechanik, Grell [entfallen]
*Neue Ergebnisse der Atomforschung (für Hörer aller Fakultäten), Hoffmann
Molekularphysik, Smekal
Kohäsion der Festkörper, Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal

Wintersemester 1935/36
Quantentheorie und Atomphysik, Smekal
Compton- und Ramaneffekt, Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal

Sommersemester 1936
Mechanik, Smekal
*Farbenlehre (für Hörer aller Fakultäten), Smekal
Atomspektren, Pose
Seminar für theoretische Physik, Smekal
Künstliche Kernumbauprozesse, Pose

Wintersemester 1936/37
Mechanik, (mit Übungen), Smekal
Elektrizitätsleitung der Metalle, Smekal
Höhere Optik, Pose
Seminar für theoretische Physik, Smekal

Sommersemester 1937
Elektrizität und Magnetismus, (mit Übungen), Smekal
Elektrizitätsleitung nichtmetallischer Festkörper, Smekal
*Physikalisches Weltbild (für Hörer aller Fakultäten), Hoffmann
Seminar für theoretische Physik, Smekal

Wintersemester 1937/38
Optik und elektromagnetische Lichttheorie, (mit Übungen), Smekal

Röntgenspektren, Smekal
Elektronen-Optik, Pose

Sommersemester 1938
Wärmelehre, (mit Übungen), Smekal
Dipolmoment und Molekülstruktur, Kast
*Sterne und Atome (für Hörer aller Fakultäten), Smekal
Atomspektren, Pose
Bandenspektren, Pose

Wintersemester 1938/39
*Vektor- und Tensorrechnung, (mit Übungen), Behmann
Atomphysik und Quantentheorie, (mit Übungen), Smekal
Kohäsion der Festkörper, Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal

Sommersemester 1939
Molekularphysik, (mit Übungen), Smekal
Der Aufbau der Materie, Kast
Lichtelektrizität, Smekal
Höhenstrahlung, Pose
Seminar für theoretische Physik, Smekal
*Einführung in die mathematische Behandlung der physikalischen Chemie, K. L. Wolf, gemeinsam mit Dr. (Helmut) Harms

Wintersemester 1939/40
Mechanik, (mit Übungen), Smekal
Theorie der Atomkerne, Smekal
Korpuskularstrahlen, Pose
Seminar für theoretische Physik, Smekal
*Mathematische Übungen zur physikalischen Chemie, K. L. Wolf mit H. Harms

1. Trimester 1940
Mechanik, (mit Übungen), Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal
Elektronenleitung nichtmetallischer Festkörper, Smekal
*Einführung in die mathematische Behandlung der Chemie, K. L. Wolf mit H. Harms

2. Trimester 1940
Mechanik deformierbarer Körper, (mit Übungen), Smekal
Künstliche Umwandlung der chemischen Elemente, Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal

3. Trimester 1940
Elektromagnetismus, (mit Übungen), Smekal

Diffusion und Ionenleitung in Festkörpern, Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal
Radioaktivität, Faessler
*Einführung in die mathematische Behandlung der Chemie, K. L. Wolf und Dunken

Trimester 1941 (Januar bis März)
Optik, (mit Übungen), Smekal
Dipolmoment und Molekülstruktur, Kast
Röntgenspektren und chemische Bindung, Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal

Sommersemester 1941
Theoretische Physik, Optik, (mit Übungen), Smekal
Ramaneffekt und Molekülbau, Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal
*Einführung in die Mathematik für Chemiker, Harms

Wintersemester 1941/42
Theoretische Physik, Wärmelehre, (mit Übungen), Smekal
Molekularbau der Gläser und Kunststoffe, Smekal
Der Molekularbau der Flüssigkeiten, Kast
Seminar für theoretische Physik, Smekal
*Grundlagen der Thermodynamik, (mit mathematischen Übungen), Harms

Sommersemester 1942
Theoretische Physik, Atomphysik und Quantenlehre, (mit Übungen), Smekal
Anisotrope Flüssigkeiten («Flüssige Kristalle»), Kast
Elektronenbeugung und Elektronenoptik, Faessler
Seminar für theoretische Physik, Smekal
*Einführung in die Mathematik für Chemiker, Harms

Wintersemester 1942/43
Theoretische Physik: Mechanik, Smekal
Kohäsion der Festkörper, Smekal
Flüssige Kristalle, Kast
Ausgewählte Kapitel der Kernphysik, Faessler
Seminar für theoretische Physik, Smekal
*Mathematische Übungen für Chemiker, Harms

Sommersemester 1943
Mechanik, 2, Smekal
Theoretische Physik: Elektromagnetismus, Smekal
Molekulare Beweglichkeit in Festkörpern, Smekal
Die kosmische Ultrastrahlung, Faessler

Seminar für theoretische Physik: Kolloquium über Werkstoff-Physik, Smekal
*Mathematische Übungen für Chemiker, Dunken

Wintersemester 1943/44
Mechanik, 1, Smekal
Theoretische Physik (Optik), Smekal
Lichtelektrizität, Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal

Sommersemester 1944
Mechanik, 2, Smekal
Theoretische Physik: Wärme, Smekal
Ramaneffekt und Molekülbau, Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal
Kernphysik und Kernchemie, Faessler
Molekularphysik (Dielektrisches Verhalten der Materie), Kast
*Mathematische Übungen für Chemiker, Jung und Dunken

Wintersemester 1944/45
Mechanik, 1, Smekal
Theoretische Physik: Atomphysik, Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal
Kristallplastizität, Smekal
Natürliche Radioaktivität, Faessler
Molekularphysik: Molekülschwingungen, Kast
*Mathematik für Chemiker, Jung und Dunken

Sommersemester 1945
Mechanik, 2, Smekal
Metallelektronen, Smekal
Theoretische Physik: Elektromagnetismus, Smekal
Seminar für theoretische Physik, Smekal
*Rechenübungen für Chemiker, Jung und Dunken

Literatur und Quellen

Archivalien

Das folgende Verzeichnis enthält alle ausgewerteten Akten. Viele der in den vorangegangenen Darlegungen behandelten Ereignisse sind in mehreren Aktenbeständen belegt. In diesen Fällen wurde im Allgemeinen im Text nur die am besten lesbare Quelle angegeben. Bei Akten, deren Aktendeckel stark beschädigt oder schlecht lesbar war bzw. bei denen das Original durch einen unvollständig beschrifteten ersetzt wurde, ist der Aktentitel (meist aufgrund der Angaben im Findbuch) ergänzt und dies durch eckige Klammern gekennzeichnet worden. Bei fortlaufenden Aktenbänden wurde auf die Angabe geringfügiger Titeländerungen verzichtet.

Universitätsarchiv Halle (UAH)

Rektorats-Akten (Rep. 4)

Rep. 4, Nr. 83. Acta betreffend: die Chronik der Universität 1838 – 1892.

Rep. 4, Nr. 117. Akten betreffend Orden und Ehrenzeichen, Charakterverleihungen. 1911 – 1929.

Rep. 4, Nr. 183. Akten betreffend die Lage der Universität und ihre bedrohte Existenz sowie zeitweise Schließung. 1927 – 1945.

Rep. 4, Nr. 184. [Beiakte zu den Akten betreffend die Lage der Universität und ihre bedrohte Existenz sowie zeitweise Schließung (1927 – 1945):] Stellungnahme der Fakultäten zur Schließung der Universität 1935.

Rep. 4, Nr. 191. Akten betreffend Lebensläufe hallischer Professoren. 1926 – 1939.

Rep. 4, Nr. 257. Akten betreffend allgemeine Angelegenheiten des 1) Mathematischen Seminars, des 2) Physikalischen Instituts und des 3) Astronomischen Instituts (Sternwarte). 1837 – 1948.

Rep. 4, Nr. 684. Akten betreffend Senats-Verhandlungen, Band 10. 1909 – 1914.

Rep. 4, Nr. 723. Akten betreffend die Naturwissenschaftliche Fakultät. 1923 – 1948.

Rep. 4, Nr. 846. Akten betreffend die Anstellung der ordentlichen und außerordentlichen Professoren der Philosophischen Fakultät. 1866 – 1920.

Rep. 4, Nr. 847. Akten betreffend die Anstellung der ordentlichen und außerordentlichen Professoren der Philosophischen Fakultät. 1921 – 1945.

Rep. 4, Nr. 850. Akten betreffend die Professoren der naturwissenschaftlichen Fakultät. 1924 – 1945.

Rep. 4, Nr. 861. Akten gen. betreffend die Habilitationen. 1896 – 1948.

Rep. 4, Nr. 862. Akten spec. betreffend Habilitationen. 1936 – 1948.

Rep. 4, Nr. 865. Acta betreffend die Privatdozenten der Universität. 1866 – 1902.

Rep. 4, Nr. 866. Acta betreffend die Privatdozenten hiesiger Universität. 1902 – 1914.

Rep. 4, Nr. 867. Acta betreffend die Privatdozenten hiesiger Universität. 1915 – 1934.

Rep. 4, Nr. 883. Acta betreffend die verstorbenen und abgegangenen Professoren pp. 1862 – 1902.

Rep. 4, Nr. 884. Acta betreffend die verstorbenen und abgegangenen Professoren und Privatdozenten. 1903 – 1907.

Rep. 4, Nr. 885. Akten betreffend die verstorbenen und abgegangenen Professoren und Privatdozenten. 1908 – 1914.

Rep. 4, Nr. 886. Akten betreffend die verstorbenen und abgegangenen Professoren und Privatdozenten. 1915 – 1923.

Rep. 4, Nr. 887. Akten betreffend die verstorbenen und abgegangenen Professoren und Privatdozenten und Dozenten. 1924 – 1932.

Rep. 4, Nr. 888. Akten betreffend die verstorbenen und abgegangenen Universitätslehrer. 1933 – 1946.

Rep. 4, Nr. 889. General-Akten betreffend das Verfahren bei Todesfällen im Kreise der Universitätslehrer. 1898 – 1947.

Rep. 4, Nr. 899/900. Lehrstuhl für Geographie bis Landwirtsch. Maschinenkunde. [1936 – 1946].

Rep. 4, Nr. 917. Akten betreffend Feierlichkeiten zu Ehren verstorbener Professoren und anderer Personen. 1887 – 1920.

Rep. 4, Nr. 953. Akten betreffend die wissenschaftlichen Assistenten. 1919 – 1942.

Rep. 4, Nr. 954. Akten spec. betreffend die wissenschaftlichen Assistenten. 1934 – 1948.

Rep. 4, Nr. 1181. Acta betreffend das alte physicalische Institutsgebäude Jägergasse 2. 1815 – 1892.

Rep. 4, Nr. 1182. Acta betreffend den Ankauf des vom Universitätsplatz[?], Schulberg, Kaulenberg und der Spiegelstraße begrenzten Bau und das darauf errichtete Seminargebäude, Melanchthonianum genannt, sowie dessen Einrichtung und Benutzung. 1897 – 1926.

Rep. 4, Nr. 1183. Akten betreffend das Melanchthonianum. 1927 – 1946.

Rep. 4, Nr. 2068. Acta betreffend die Feier der Doktor- und Amtsjubiläen und 80. und 90. Geburtstage. 1898 – 1914.

Rep. 4, Nr. 2170. Material für die Uni[versitäts]chronik. Personalia. 1937 – 1944.

Rep 4, Nr. 2171. Chronik 1936/37. Berichte für die Universitätschronik für den Zeitraum 1936/37.

Rep 4, Nr. 2172. Chronik 1937/38. Berichte für die Universitätschronik für den Zeitraum 1937/38.

Kuratorial-Akten (Rep. 6)

Rep. 6, Nr. 250. Acta betreffend die Erbauung eines neuen Gebäudes für das physikalische Institut. 1888 – [1890].

Rep. 6, Nr. 339. Acta betreffend die Professoren pp. der philosophischen Fakultät. [1884 – 1892].

Rep. 6, Nr. 927. General-Acten betreffend Einrichtungen, Angelegenheiten und Statuten der Naturwissenschaftlichen Fakultät. 1923 – 1937.

Rep. 6, Nr. 928. Spezial-Acten betreffend Einrichtungen, Angelegenheiten und Statuten der Naturwissenschaftlichen Fakultät. 1923 – 1937.

Rep. 6, Nr. 1110. General-Acten betreffend Die Sternwarte. 1922 – 1924.

Rep. 6, Nr. 1111. Spezial-Acten betreffend Die Sternwarte. 1893 – [1936].

Rep. 6, Nr. 1112. General-Acten betreffend das physikalische Institut. 1895 – [1934].

Rep. 6, Nr. 1113. Spezial-Akten betreffend das Physikalische Institut. 1934 – [1937].

Rep. 6, Nr. 1114. [kein Deckblatt] Vorlesungen des a. o. Professors Dr. Schmidt über Elektrotechnik für Eisenbahnbeamte im Physikalischen Institut. [1897 – 1902].

Rep. 6, Nr. 1117. Spezial-Akten betreffend das Institut für theoretische Physik. [1934 – 1937].

Rep. 6, Nr. 1187. General-Acten betreffend das Mathematische Seminar. 1892 – [1910].

Rep. 6, Nr. 1188. Spezial-Acten betreffend das Mathematische Seminar. 1929 – [1937].

Rep. 6, Nr. 1347. Special-Akten betreffend Anmeldung von Ersatzprofessuren für den Staatshaushaltsetat. 1903 – [1920].

Rep. 6, Nr. 1370. Spezial-Akten betreffend Außerordentliche Professoren der Philosophischen Fakultät. 1912 – 1930.

Rep. 6, Nr. 1371. Spezial-Akten betreffend Außerordentliche Professoren der Philosophischen Fakultät. 1931 – 1936.

Rep. 6, Nr. 1372. Spezial-Acten betreffend Docenten in der philosophischen Fakultät. 1891 – 1937.

Rep. 6, Nr. 1402. Akten betreffend die ordentlichen Professoren der Naturwissenschaftlichen Fakultät. 1923 – 1937.

Rep. 6, Nr. 1403. Akten betreffend die ordentlichen Honorarprofessoren der Naturwissenschaftlichen Fakultät. 1926.

Rep. 6, Nr. 1404. Akten betreffend die außerordentlichen Professoren der Naturwissenschaftlichen Fakultät. 1935 – [1937].

Rep. 6, Nr. 1405. Akten betreffend die Privatdozenten der Naturwissenschaftlichen Fakultät. 1923 – [1937].

Rep. 6, Nr. 1452. Spezial-Akten betreffend Assistenten des Instituts für theoretische Physik. 1935 [– 1937].

Rep. 6, Nr. 1480. Spezial-Akten betreffend die Assistenten beim Mathematischen Seminar. 1930 [– 1937].

Rep. 6, Nr. 2048. Spezial-Acten betreffend den Ankauf der im Grundbuch von Halle Band 2 Blatt 60 eingetragenen Hausgrundstücke «Spiegelgasse 8, 9» und «An der Universität 8 und 9» behufs Errichtung eines 2. Auditorien- und Seminargebäudes. 1897 – 1907.

Rep. 6, Nr. 2049. Spezial-Acten betreffend die Grundbesitzverhältnisse des 2. Auditorien- und Seminargebäudes – an der Universität 8/9, Spiegelstr. 8/9 und Kaulenberg 8. 1908 – [1936].

Rep. 6, Nr. 2085. Spezial-Acten betreffend den Erwerb eines Grundstücks zur Erbauung einer Sternwarte. 1890 [– 1912].

Rep. 6, Nr. 2255. Spezial-Acten betreffend die Erbauung des physikalischen Instituts – Paradeplatz Nr. 7 sowie bauliche Erweiterungen, Veränderungen und Reparaturen an demselben. [1893 – 1916].

Rep. 6, Nr. 2256. Acten betreffend die Bauangelegenheiten des Physikalischen Instituts. 1917 – 1930.

Rep. 6, Nr. 2257. Acten betreffend die Bauangelegenheiten des Physikalischen Instituts. 1931 – 1938.

Rep. 6, Nr. 2741. Mathematisches Seminar. [1938 – 1949].

Rep. 6, Nr. 2747. Institut für Experimentelle Physik bzw. I. Physikalisches Institut. 1938 – 1948.

Rep. 6, Nr. 2964. Professoren der Naturwissenschaftlichen Fakultät. 1937 – 1940.

Rep. 6, Nr. 2965. Professoren der Naturwissenschaftlichen Fakultät. 1941 – 1946.

Rep. 6, Nr. 3365. Ernennungsfragen der Professoren. 1921 – 1942.

Akten der Philosophischen Fakultät (Rep. 21)

Rep. 21, III, Nr. 5. Teilung der Fakultät. [1919 – 1923].

Rep. 21, III, Nr. 9. Reform [der Universität. 1918 – 1919].

Rep. 21, III, Nr. 24. Acta enthaltend Circulare in Facultäts-Angelegenheiten und die Sitzungsprotocolle. 12. Juli 1884 – 1893.

Rep. 21, III, Nr. 25. Acta betreffend Circulare und Sitzungsprotocolle. Vol. 2. 1893 – 1897.

Rep. 21, III, Nr. 26. Acta betreffend Circulare und Sitzungsprotocolle. Vol. 3. 18[97] – 19[02].

Rep. 21, III, Nr. 27. Acta betreffend Zirkulare und Sitzungsprotokolle. 1903 – 12. Juli 1906.

Rep. 21, III, Nr. 29. Akten betreffend Zirkulare und Sitzungs-Protokolle. 1911 – 1916.

Rep. 21, III, Nr. 30. [Dekanatsakten. 1917 – 1921].

Rep. 21, III, Nr. 31. [Dekanatsakten. 1921 – 1922].

Rep. 21, III, Nr. 53. Acta der philosophischen Facultät zu Halle betreffend die Berufung ordentlicher Professoren. 188[4] – 19[06].

Rep. 21, III, Nr. 54. Akten betreffend die Berufung der ordentlichen Professoren Busse, Philippson, Niese, Walther, Kern ... 1906 – 1923.

Rep. 21, III, Nr. 55. [Persönliche Auskünfte über zu Berufende. 1922 – 1923].

Rep. 21, III, Nr. 56. Akten betreffend: Die ordentlichen Professoren, Professuren für Vorgeschichte, Philosophie und Paedagogik. Dekanate Kern, Holtzmann, Baesecke, Weyhe, Schering-Weyhe. 1923 – 12.7.1928.

Rep. 21, III, Nr. 61. Acta betreffend die Befoerderung und Berufung der außerordentlichen Professoren. 1884 – [1919].

Rep. 21, III, Nr. 64. Acta betreffend den Unterricht in der Astronomie + die Besetzung der Professur. 1890 – [1913].

Rep. 21, III, Nr. 69. Acta betreffend den Abgang und die Beförderung von Privatdocenten zu Professoren. 1890 – 1918.

Rep. 21, III, Nr. 78. [Begründung neuer Professuren. 1911 – 1923].

Rep. 21, III, Nr. 139. Acta betreffend Habilitation [und] Beförderung der Privatdocenten. 1884 – 1889.

Rep. 21, III, Nr. 140. Acta betreffend Habilitationen der Privatdocenten. 1888 – 1890.

Rep. 21, III, Nr. 141. Acta betreffend Habilitationen der Privatdocenten. 1891.

Rep. 21, III, Nr. 142. Acta betreffend Habilitationen. 1892.

Rep. 21, III, Nr. 143. Acta betreffend Habilitationen. 1895 – 1899.

Rep. 21, III, Nr. 144. Acta betreffend Habilitationen. 1899 – 1902.

Rep. 21, III, Nr. 145. Acta betreffend Habilitationen. 1903 – 1905.

Rep. 21, III, Nr. 146. Akten betreffend Habilitationen. 1905 – 1910.

Rep. 21, III, Nr. 147. Acta betreffend Habilitationen. 1910 – 1913.

Rep. 21, III, Nr. 148. Akten betreffend Habilitationen. 1913 – [1920].

Rep. 21, III, Nr. 149. [Akten betreffend] Habilitationen. 1917 – 1921.

Rep. 21, III, Nr. 150. [Akten betreffend] Habilitationen. 1922 – 1923.

Rep. 21, III, Nr. 151. [Akten betreffend] Habilitationen. 1922 – 1923.

Rep. 21, III, Nr. 152. Akten betreffend Privatdozenten und nichtbeamtete ao. Professoren. 1923 – 12.7.1928.

Personalakten

PA 4062. Akte betreffend den Privatdozenten in der Naturwissenschaftlichen Fakultät Dr. Reinhold Baer. [2 Teile, 1928 – 1933].

PA 4295. Akten betreffend den n. b. a. o. Professor in der Naturwissenschaftlichen Fakultät Dr. H. Behmann. 1925 – 1945.

PA 4415. Acten betreffend den Privatdozenten in der philosophischen Fakultät Professor Dr. Georg Berndt. 1905 – [1914].

PA 4853. Prof. Dr. Heinrich Brandt. [enthaltend Personalakte der TH Aachen 1921 – 1930. 2 Teile, 1930 – 1954].

PA 5020. Akten betreffend den außerordentlichen Professor in der Philosophischen Fakultät Dr. Hugo Buchholz. [3 Teile], [1900 – 1927].

PA 5138. Acten betreffend den ordentlichen Professor in der philosophischen Fakultät Dr. Cantor, Geheimer Regierungsrat. 1891 – [1951].

PA 5211. Acten betreffend den Privatdocenten in der philosophischen Fakultät Dr. Cornelius, Professor. 1884 – 1896.

PA 5508. Acten betreffend den ordentlichen Professor in der philosophischen Fakultät – Geheimer Regierungsrat – Dr. [Ernst] Dorn. 2 Teile [Teil 1: Karl Schmidt betreffend], 1885 – [1943].

PA 5616. Acten betreffend den außerordentlichen Professor in der philosophischen Fakultät Dr. Eberhard. [2 Teile], 1885 – 1918.

PA 6887. Dr. Grell, Heinrich. [1934 – 1935].

PA 6971. Akten betreffend den mit der Abhaltung von Vorlesungen und Übungen für Didaktik des mathematischen Unterrichts beauftragten Oberstudiendirektor Dr. Adelbert Grüttner. 1923 – [1929].

PA 7081. Acten betreffend den ordentlichen Professor in der philosophischen Fakultät Dr. August Gutzmer, Geheimer Regierungsrat. (3 Teile), 1895 – 1924.

PA 8065. Akten betreffend den ordentlichen Professor in der Naturwissenschaftlichen Fakultät Dr. Gerhard Hoffmann. (2 Teile), 1928 – [1946].

PA 8503. Personalakten betreffend den ordentlichen Professor in der Naturwissenschaftlichen Fakultät Dr. phil. Heinrich Jung. (2 Teile), 1919 – [1953].

PA 8685. Akten betreffend den ordentlichen Professor in der Naturwissenschaftlichen Fakultät Dr. Wilhelm Kast. [2 Teile, mit Beiakte aus Freiburg 1924 – 1936] 1937 – [1946].

PA 9050. Acten betreffend den ordentlichen Professor in der philosophischen Fakultät Dr. Carl Knoblauch, Geheimer Regierungsrath. 1887 – 1895.

PA 10256. Acten betreffend den außerordentlichen Professor in der philosophischen Fakultät Dr. [Hans] Lorenz. 1896 – 1900.

PA 11166. Akten betreffend den ordentlichen Professor in der Naturwissenschaftlichen Fakultät Dr. phil. Benno Martiny. [2 Teile], 1908 – [1952].

PA 11453. Akten betreffend den ordentlichen Professor in der philosophischen Fakultät Geheimen Regierungsrat Dr. Gustav Mie. 1916 – 1918.

PA 12588. Akten betreffend den n. b. a. o. Professor in der Naturwissenschaftlichen Fakultät Dr. Heinz Pose. 1930 – [1944].

PA 12850. Acten betreffend den Privatdocenten in der philosophischen Fakultät Dr. von Rebeur-Paschwitz. 1889 – 1895.

PA 13251. Acten betreffend den Privatdozenten in der philosophischen Fakultät Dr. Max Roloff. 1897 – [1908].

PA 13278. Acta betreffend den ordentlichen Professor Dr. [Otto] Rosenberger in der Philosophen-Fakultät. [1886 – 1890].

PA 13954. Acten betreffend den ordentlichen Professor in der philosophischen Fakultät Dr. Karl Schmidt. 1889 – 1918.

PA 14785. Akten betreffend den ordentlichen Professor in der Naturwissenschaftlichen Fakultät Dr. Adolf Smekal. (4 Teile), 1928 – [1949].

PA 14930. Acten betreffend den Privatdocenten in der philosophischen Fakultät Dr. Stäckel. 1891 – 1895.

PA 15998. Threlfall, William, Dr. phil., n. b. a. o. Professor Mathematik. [1936 – 1938].

PA 16648. Acten betreffend den ordentlichen Professor der Naturwissenschaftlichen Fakultät Geheimer Regierungsrat Dr. Wangerin. 1884 – [1934].

PA 17020. Acten betreffend den Privatdocenten in der philosophischen Fakultät Dr. Wiener. 1885 – 1894.

PA 17041. Akten betreffend den Privatdozenten in der philosophischen Fakultät Professor Dr. phil. Albert Wigand. (2 Teile) 1911 – 1918.

PA 17096. Acten betreffend den außerordentlichen Professor in der philosophischen Fakultät Dr. Wiltheiss. 1884 – 1900.

PA 25990. Prof. Dr. sc. nat. Messerschmidt, Wilhelm. (4 Teile) [1934 – 1968].

Geheimes Staatsarchiv Preußischer Kulturbesitz Berlin (GStA PK)

Ministerium der Geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten. Geistliche und Unterrichts-Abtheilung, Va. Universitäten (Rep. 76, Va)

Sect. 1 Generalia. Tit. VII: Dauer der Univ.-Studien, Studienpläne und Studienfleiss, Ferien und Vorlesungen, Anfertigung der Sektions-Kataloge und Bezahlung der Honorarien- und Auditoriengelder

Rep. 76, Va, Sect. 1, Tit. VII, Nr. 14. Acta betreffend das Studium der Mathematik und die darüber auf den Königlichen Landes-Universitäten zu haltenden Vorlesungen. Juli 1828 – [1933].

Rep. 76, Va, Sect. 1, Tit. VII, Nr. 23. Acta betreffend das Studium der Naturwissenschaften und insbesondere der Chemie, desgleichen in der Physik und der Pharmazie. Vol. 1. November 1840 – Juni 1901.

Sect. 8. Universität Halle, Tit. IV. Anstellung und Besoldung der Professoren und Privatdozenten etc.

Rep. 76, Va, Sect. 8, Tit. IV, Nr. 34. Acta betreffend die Anstellung und Besoldung der außerordentlichen und ordentlichen Professoren in der philosophischen Fakultät der Universität zu Halle. Vol. XVII. Januar 1890 – März 1892; Vol. XVIII. April 1892 – Dezember 1894; Vol. XIX. Januar 1895 – Juni 1898; Vol. XX. Juli 1898 – Juni 1902; Vol. XXI. Juli 1902 – August 1904; Vol. XXII. September 1904 – Juni 1906; Vol. XXIII. Juli 1906 – September 1907; Vol. XXIV. Oktober 1907 – Februar 1909; Vol. XXV. März 1909 – Juni 1910.

Rep. 76, Va, Sect. 8, Tit. IV, Nr. 38. Acta betreffend die Privatdocenten der philosophischen Fakultät der Universität Halle und deren Remuneration.

Vol. VII. Februar 1882 – Juni 1895; Vol. VIII. Juli 1895 – September 1900; Vol. IX. Oktober 1900 – Dezember [1907]; Vol. X. Januar 1908 – Dezember 1914; Vol. XI. Januar 1915 – Dezember 1928.

Rep. 76, Va, Sect. 8, Tit. IV, Nr. 38. Acta betreffend die Privatdozenten bei der Philosophischen und Naturwissenschaftlichen Fakultät und deren Remuneration. Vol. XIII. August 1934 – [Dezember 1934].

Rep. 76, Va, Sect. 8, Tit. IV, Nr. 48. Acta betreffend: die Anstellung und Besoldung der außerordentlichen und ordentlichen Professoren bei der Philosophischen Fakultät der Universität zu Halle. Vol. I. Juli 1910 – August 1912; Vol. II. September 1912 – Juni 1915; Vol. III. Juli 1915 – Dezember 1919; Vol. IV. Januar 1920 – Juni 1921; Vol. V. Juli 1921 – Juni 1923; Vol. VI. Juli 1923 – September 1925; Vol. VII. Oktober 1925 – Februar 1929; Vol. VIII. März 1929 – Dezember 1931; Vol. IX. Januar 1932 – August 1934.

Rep. 76, Va, Sect. 8, Tit. IV, No. 48. Akten über die Anstellung und Besoldung der ordentlichen u. außerordentlichen beamteten Professoren i. d. Philosophischen u. Naturwissenschaftlichen Fakultät. Vol. X. Sept. 1934 – [November 1934].

Sect. 8. Universität Halle, Tit. X. Institute, Sammlungen etc.

Rep. 76, Va, Sect. 8, Tit. X, Nr. 23. Acta betreffend das physikalisch-chemische Kabinet und chemische Laboratorium sowie das chemisch-pharmaceutische Institut der Universität zu Halle. Vol. V. Juni 1876 – September 1895.

Rep. 76, Va, Sect. 8, Tit. X, Nr. 60. Acta betreffend das physikalische Institut der Universität zu Halle. Vol. I. Juni 1890 – März 1907; Vol. II. April 1907 – Dezember 1922; Vol. III. Januar 1923 – September 1932.

Sect. 8. Universität Halle, Tit. XIX. Bau und Reparaturen an den Universitätsgebäuden etc.

Rep. 76, Va, Sect. 8, Tit. XIX, Nr. 23. Acta betreffend die Bauten und Reparaturen bei dem physikalischen Institut der Universität zu Halle. Vol. I. Sept. 1879 – Okt. 1887; Vol. II. Nov. 1887 – Maerz 1902.

Königliches Geheimes Civil-Cabinet, jüngere Periode

I. HA. Rep. 89, Nr. 21642 [ist Nr. vom Dt. Zentralarchiv/Histor. Abth.] [Acta] betr. die Institute und Sammlungen der Universität zu Halle und das dabei angestellte Personal. Vol. II. 1891 – 1916.

Bundesarchiv Berlin-Lichterfelde (BArch)

Ministerium für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung (R 4901)

R 4901, Nr. 1843. Benutzung der der Universität zu Halle zugehörigen Gebäude. Februar 1935 – Juli 1942.

R 4901, Nr. 12866. Amt W, Aufrechterhaltung von Lehrstühlen mit geringer Hörerzahl 1938 – 1939.

R 4901, Nr. 13230. Universität Halle, Allgemeines.

R 4901, Nr. 13827. Kriegsmaßnahmen, insbesondere Verlegung und Stillegung von Hochschulen und Fakultäten, Einschränkung des Lehrbetriebs im Rahmen des totalen Kriegseinsatzes, Bombenschäden. Januar 1944 – Oktober 1944.

R 4901, Nr. 13828. Kriegsmaßnahmen, insbesondere Verlegung und Stillegung von Hochschulen und Fakultäten, Einschränkung des Lehrbetriebs im Rahmen des totalen Kriegseinsatzes, Bombenschäden. Oktober 1944 – [März] 1945.

R 4901, Nr. 13941. Studium der Mathematik. Gesuche. September/Oktober 1942.

R 4901, Nr. 14778. Besetzung der Lehrstühle an der Philosophischen Fakultät. 1935 – 1944.

R 4901, Nr. 14779. Besetzung der Lehrstühle an der Naturwissenschaftlichen Fakultät. 1942 – 1944.

R 4901, Nr. 14780. Personalaufnahme nach dem Stand vom 1. 9. 1944.

Diverses/Reichserziehungsministerium, Personal- und Berufungsakten Adolf Smekal (Film DS/A 66).

Diverses/Reichserziehungsministerium, Personal- und Berufungsakten Behmann, Heinrich (PK/A 255).

Diverses/Reichserziehungsministerium, Personal- und Berufungsakten Pose, Heinz (Film DS/B 37).

Diverses/Reichserziehungsministerium, Personal- und Berufungsakten Threlfall, William (Film DS/B 42).

Sächsisches Hauptstaatsarchiv Dresden (SächsHStA)

Ministerium für Volksbildung

Nr. 10230/50: Besetzung des ord. Lehrstuhls für Experimentalphysik. Nachfolge Debye/Dr. Hoffmann. Bd. II, 1935 – 1937.

Literatur

Alexander, Ernst; Faessler, Alfred [1931]: Eine neue lichtstarke Röhre für Fluoreszenzerregung. Zeitschr. f. Physik 68 (1931), S. 260 – 266.

Allgemeine Deutsche Biographie. Hrsg. durch die Historische Commission bei der Königlichen Akademie der Wissenschaften München. 56 Bde. Duncker & Humblot, Leipzig 1875 – 1912.

Amtliches Verzeichnis 1920: Amtliches Verzeichnis der Behörden, Lehrer, Beamten, Anstalten und der Studierenden der vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg. Nr. 197. Karras & Koennecke, Halle 1920.

Baer, Reinhold [1929a]: Zur Einordnung der Theorie der Mischgruppen in die Gruppentheorie. Sitzungsber. der Heidelberger Akad. der Wiss., Math.-naturwiss. Kl., 1929.

Baer, Reinhold [1929b]: Beziehungen zwischen den Grundbegriffen der Topologie. Sitzungsber. der Heidelberger Akad. der Wiss., Math.-naturwiss. Kl., 1929.

Baer, Reinhold [1929c]: Zur Axiomatik der Kardinalzahlarithmetik. Math. Zeitschr. 29 (1929), S. 381 – 396.

Baer, Reinhold [1930]: Eine Anwendung der Kontinuumshypothese in der Algebra. Journal f. die reine u. angew. Math. 162 (1930), S. 132 – 133.

Baer, Reinhold [1931]: Abbildungseigenschaften algebraischer Erweiterungen. Math. Zeitschr. 33 (1931), S. 451 – 479.

Baer, Reinhold [1933]: Situation der Untergruppen und Struktur der Gruppe. Sitzungsber. der Heidelberger Akad. der Wiss., Math.-naturwiss. Kl., 1933.

Baer, Reinhold; Hasse, Helmut (Hrsg.) [1930]: Ernst Steinitz: Algebraische Theorie der Körper. Neu hrsg. mit Erläuterungen und einem Anhang: «Abriß der Galoisschen Theorie» versehen. De Gruyter, Berlin 1930.

Baer, Reinhold; Levi, Friedrich [1930]: Ränder topologischer Räume. Ber. über die Verhandlungen der Sächs. Akad. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Kl. 82 (1930), S. 171 – 189.

Baer, Reinhold; Levi, Friedrich [1932a]: Stetige Funktionen in topologischen Räumen. Math. Zeitschr. 34 (1932), S. 110 – 130.

Baer, Reinhold; Levi, Friedrich [1932b]: Vollständige irreduzible Systeme von Gruppenaxiomen. Sitzungsber. der Heidelberger Akad. der Wiss., Math.-naturwiss. Kl., 1932.

Barrow-Green, June [1997]: Poincaré and the three body problem. American Mathematical Society, Providence RI 1997 (History of Mathematics, 11).

Becherer, Gerhard; Kast, Wilhelm [1942]: Messungen der Viskosität kristalliner Flüssigkeiten nach der Helmholtzschen Methode. Annalen der Physik, 5. Folge, 41 (1942), S. 355 – 374.

Behmann, Heinrich [1922]: Beiträge zur Algebra der Logik, insbesondere zum Entscheidungsproblem. Math. Annalen 86 (1922), S. 163 – 229.

Behmann, Heinrich [1927]: Mathematik und Logik. Teubner, Leipzig 1927 (Mathematisch-physikalische Bibliothek, 71).

Behmann, Heinrich [1928]: Reine und angewandte Mathematik. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 37 (1928), S. 49 – 64 [Antrittsvorlesung, 1925].

Behmann, Heinrich [1931a]: Zu den Widersprüchen der Logik und der Mengenlehre. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 40 (1931), S. 37 – 48.

Behmann, Heinrich [1931b]: Zur graphischen Behandlung der ganzen rationalen Funktion. Zeitschr. f. angew. Math. u. Mech. 11 (1931), S. 463 – 464.

Behmann, Heinrich [1931c]: Zur Technik des Differenzierens. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 40 (1931), S. 160 – 162.

Behmann, Heinrich [1934]: Sind die mathematischen Urteile analytisch oder synthetisch? Erkenntnis 4 (1934), S. 1 – 27.

Behmann, Heinrich [1937]: Zur Vereinheitlichung der logischen Symbolik. Erkenntnis 7 (1937 – 1938), S. 386 – 388.

Bergwitz, Karl (Hrsg.) [1915]: Arbeiten aus den Gebieten der Physik, Mathematik, Chemie. Festschrift Julius Elster u. Hans Geitel zum 60. Geburtstag gewidmet von Freunden u. Schülern. Vieweg, Braunschweig 1915.

Berndt, Georg [1903]: Beiträge zur Kenntnis der Gasspektra. Abh. der Naturforschenden Ges. zu Halle 25 (1903 – 1906), S. 1 – 38.

Berndt, Georg [1911a]: Bestimmung des Ionengehaltes auf dem Atlantischen Ozean. Physikal. Zeitschr. 12 (1911), S. 857 – 865.

Berndt, Georg [1911b]: Luftelektrische Beobachtungen in Argentinien. 1: Monat Mai. Vorläufige Mitteilung. Physikal. Zeitschr. 12 (1911), S. 1125 – 1129; 2: Winter. Vorläufige Mitteilung. Ebenda, 13 (1912), S. 151 – 152; 3: Bestimmung des Gehaltes der Atmosphäre an radioaktiven Induktionen. Ebenda, S. 514 – 516; 4: Beobachtungen im Kamp. Vorläufige Mitteilung. Ebenda, S. 775 – 776; 5: Frühling, Sommer, März und April. Vorläufige Mitteilung. Ebenda, S. 820 – 825.

Berndt, Georg [1913a]: Luftelektrische Beobachtungen in Argentinien. Veröffentlichungen des Deutschen Wissenschaftlichen Vereins in Buenos Aires. Nr. 3, Berlin 1913.

Berndt, Georg [1913b]: Ionengehalt der Luft auf dem Atlantischen Ozean. Meteorol. Zeitschr. 30 (1913), S. 606 – 607.

Berndt, Georg [1914a]: Ionengehalt und Leitfähigkeit der Luft auf dem Atlantischen Ozean. Meteorol. Zeitschr. 31 (1914), S. 446 – 447.

Berndt, Georg [1914b]: Der Elektrizitätshaushalt der Atmosphäre. Die Naturwissenschaften 2 (1914), S. 760 – 764.

Berndt, Georg [1915]: Atmosphärische Elektrizität über dem Meere. In: Bergwitz 1915, S. 59 – 67.

Berndt, Roswitha [1989a]: Der «Wirtschaftsverband Mitteldeutschland» – regionales Führungsinstrument des Industrie- und Agrarkapitals Sachsen-Anhalts zwischen 1921 und 1935. Wiss. Zeitschr. Univ. Halle, Ges.- u. sprachwiss. Reihe, 38 (1989), H. 1, S. 45 – 52.

Berndt, Roswitha [1989b]: Das Projekt «Mitteldeutschland» in den Reichsreformplänen der Weimarer Republik. Jahrbuch für Regionalgeschichte 16 (1989), Teil 1, S. 147 – 155.

Bernstein, Felix [1904a]: Über unverzweigte Abelsche Körper (Klassenkörper) in einem imaginären Grundbereich. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 13 (1904), S. 116 – 119.

Bernstein, Felix [1904b]: Über die Begründung der Differentialrechnung mit Hilfe der unendlichkleinen Größen. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 13 (1904), S. 241 – 246.

Bernstein, Felix [1904c]: Ueber den Klassenkörper eines algebraischen Zahlkörpers. Mitteilung 1. Nachr. von der Königl. Ges. der Wiss. zu Göttingen, Math.-phys. Kl., 1903 (1904), S. 46 – 58; Mitteilung 2. Ebenda, S. 304 – 311.

Bernstein, Felix [1905a]: Über die isoperimetrische Eigenschaft des Kreises auf der Kugeloberfläche und in der Ebene. Math. Annalen 60 (1905), S. 117 – 136.

Bernstein, Felix [1905b]: Über die Reihe der transfiniten Ordnungszahlen. Math. Annalen 60 (1905), 187 – 193.

Bernstein, Felix [1905c]: Zum Kontinuumproblem. Math. Annalen 60 (1905), S. 463 – 464.

Bernstein, Felix [1905d]: Die Theorie der reellen Zahlen. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 14 (1905), S. 447 – 449.

Bernstein, Felix [1905e]: Untersuchungen aus der Mengenlehre. Math. Annalen 61 (1905), S. 117 – 155 [Dissertation, 1901].

Bernstein, Felix [1906a]: Über eine Funktionalgleichung und eine erweiterte Begründung des Gaußschen Fehlergesetzes. Ber. über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Kl., 58 (1906), S. 228 – 236.

Bernstein, Felix [1906b]: Sur la théorie des ensembles. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences 143 (1906), S. 953 – 955.

Bernstein, Felix [1907a]: Zur Theorie der trigonometrischen Reihe. Journal f. die reine u. angew. Math. 132 (1907), S. 270 – 278.

Bernstein, Felix [1907b]: Über das Gaußsche Fehlergesetz. Math. Annalen 64 (1907), S. 417 – 447.

Bernstein, Felix; Doetsch, Gustav [1923]: Die Integralgleichung der elliptischen Thetanullfunktion. Note 3. Nachr. von der Königl. Ges. der Wiss. zu Göttingen, Math.-phys. Kl., 1922 (1923), S. 32 – 46; Note 4. Ebenda, S. 47 – 52.

Bernstein, Felix; Doetsch, Gustav [1925]: Probleme aus der Theorie der Wärmeleitung. Eine neue Methode zur Integration partieller Differentialgleichungen. Mitteilung 1: Der lineare Wärmeleiter mit verschwindender Anfangstemperatur. Math. Zeitschr. 22 (1925), S. 285 – 292.

Bessel-Hagen, Erich [1929]: Bemerkungen zur Behandlung des Major Arc bei der Anwendung der Hardy-Littlewood'schen Methode auf das Waring'sche Problem. Proceedings of the London Mathematical Society, [Ser. 2,] 29 (1929), S. 382 – 400.

Bessel-Hagen, Erich; Hasse, Helmut [1928]: Beweis einer Identität zwischen Binomialkoeffizienten. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 37 (1928), S. 231 – 234.

Boi, Luciano [1995]: Le problème mathématique de l'espace. Une quête de l'intelligible. Springer, Berlin u. a. 1995.

Boi, Luciano; Flament, Dominique; Salanski, Jean-Michel (Hrsg.) [1992]: 1830 – 1930: A century of geometry: epistemology, history and mathematics. Lectures presented at the international conference: «1830 – 1930: Un siècle de géométrie: de C. F. Gauss et B. Riemann à H. Poincaré et E. Cartan; épistémologie, histoire et mathématiques» which was held in Paris, 18 – 23 September 1989 at the Institut Henri Poincaré. Springer, Berlin u. a. 1992 (Lecture notes in physics, 402).

Brandes, Gustav; Dorn, Ernst [1897]: Ueber die Sichtbarkeit der Röntgenstrahlen. Annalen der Physik, [3. Folge,] 60 (1897), S. 478 – 490.

Brandt, Heinrich [1927]: Über eine Verallgemeinerung des Gruppenbegriffes. Math. Annalen 96 (1927), S. 360 – 366.

Brandt, Heinrich [1928]: Idealtheorie in Quaternionenalgebren. Math. Annalen 99 (1928), S. 1 – 29.

Brandt, Heinrich [1930]: Zur Idealtheorie Dedekindscher Algebren. Commentarii mathematici Helvetici 2 (1930), S. 13 – 17.

Brandt, Heinrich [1932]: Diskriminante einer quadratischen Form. Verhandlungen des Internationalen Mathematiker-Kongresses Zürich 1932. Bd. 2: Sektions-Vorträge, S. 10 – 11.

Brandt, Heinrich [1937]: Zur Zahlentheorie der quadratischen Formen. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 47 (1937), S. 149 – 159.

Brandt, Heinrich [1940a]: Über die Axiome der Gruppoide. Beiblatt zur Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Ges. in Zürich 85 (1940), S. 95 – 104.

Brandt, Heinrich [1940b]: Über die Zerlegungsgesetze der rationalen Zahlen in Quaternionenkörpern. (Aus einem Brief an Herrn E. Hecke). Math. Annalen 117 (1940/41), S. 758 – 763.

Brandt, Heinrich [1943]: Zur Zahlentheorie der Quaternionen. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 53 (1943), S. 23 – 57.

Brauer, Richard; Hasse, Helmut; Noether, Emmy [1932]: Beweis eines Hauptsatzes in der Theorie der Algebren. Journal f. die reine u. angew. Math. 167 (1932), S. 399 – 404.

Brocke, Bernhard vom [1980]: Hochschul- und Wissenschaftspolitik in Preußen und im Deutschen Kaiserreich 1882 – 1907: das «System Althoff». In: Baumgart, Peter (Hrsg.): Bildungspolitik in Preußen zur Zeit des Kaiserreichs. Klett-Cotta, Stuttgart 1980, S. 9 – 118 (Preußen in der Geschichte, 1).

Brown, Laurie M.; Pais, Abraham; Pippard, Sir Brian (Hrsg.) [1995]: Twentieth century physics. 3 vols. Institute of Physics Publishing, Bristol and Philadelphia; American Institute of Physics Press, New York 1995.

Buchholz, Hugo (Hrsg.) [1899]: Klinkerfues, Wilhelm: Theoretische Astronomie. 2., neu bearbeitete u. vermehrte Aufl. Vieweg, Braunschweig 1899 [3., verbesserte u. vermehrte Aufl. 1912].

Buchholz, Hugo [1902]: ([2:] Fortgesetzte) Untersuchung der Bewegung vom Typus 2/3 im Problem der drei Körper ([1:] und der «Hilda-Lücke» im System der kleinen Planeten) auf Grund der Gyldén'schen Störungstheorie, Th. 1. Denkschriften der Akad. der Wiss. in Wien 72 (1902), S. 309 – 473, 77 (1905), S. 1 – 129.

Buchholz, Hugo [1903]: Die Gyldén'sche horistische Integrationsmethode des Problems der drei Körper und ihre Convergenz. Nova Acta der Ksl. Leop.-Carol. Dt. Akad. der Naturforscher 81 (Nr. 3), Engelmann, Halle 1903.

Buchholz, Hugo [1904]: Poincarés Preisarbeit von 1889/90 und Gyldéns Forschung über das Problem der drei Körper in ihren Ergebnissen für die Astronomie. Physikal. Zeitschr. 5 (1904), S. 180 – 186.

Buchholz, Hugo [1908]: Das mechanische Potential, nach Vorlesungen von L. Boltzmann bearbeitet, und die Theorie der Figur der Erde. Zur Einführung in die höhere Geodäsie (Angewandte Mathematik), Teil 1. Barth, Leipzig 1908.

Buchholz, Hugo [1910]: Neue Methode zur Ermittelung der Hauptstörungen der kritischen Planeten. Astron. Nachr. 184 (1910), Sp. 289 – 302.

Buchholz, Hugo [1913]: Über die Berechnung einer Kreisbahn nach der Laplace-Leuschnerschen Methode. Astron. Nachr. 195 (1913), Sp. 461 – 464 [Zusätze u. Druckfehlerberichtigungen zu [Buchholz 1899], 3. Aufl. 1912].

Buchholz, Hugo [1916]: Angewandte Mathematik. Das mechanische Potential und seine Anwendung zur Bestimmung der Figur der Erde (Höhere Geodäsie). 2., verbesserte und vermehrte Aufl. [von Buchholz 1908]. Mit einem ergänzenden Anhang über das elastische und hydrodynamische Potential. (Auf Grund der Vorlesungen Ludwig Boltzmanns). Barth, Leipzig 1916.

Buchholz, Hugo (Hrsg.) [1920]: Boltzmann, Ludwig: Vorlesungen über die Prinzipe der Mechanik, Teil 3: Elastizitätstheorie und Hydromechanik. Barth, Leipzig 1920. [Sonderausg. des Anhangs von [Buchholz 1916], S. 608 – 820].

Buchholz, Matthias [1998]: Der Wirtschaftsverband Mitteldeutschland 1921 – 1936. Mitteldeutscher Verlag, Halle 1998 (Sachsen-Anhalt. Beiträge zur Landesgeschichte, 13).

Budach, Lothar [1974]: Heinrich Grell (* 3.2.1903, † 21.8.1974). Mitteilungen der Math. Ges. der DDR 1974, H. 3, S. 5 – 8.

Burali-Forti, Cesare [1897]: Una questione sui numeri transfiniti. Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo 11 (1897), S. 154 – 164.

Cantor, Georg [1874]: Ueber eine Eigenschaft des Inbegriffes aller reellen algebraischen Zahlen. Journal f. die reine u. angew. Math. 77 (1874), S. 258 – 262.

Cantor, Georg [1892]: Ueber eine elementare Frage der Mannigfaltigkeitslehre. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 1. 1890/91 (1892), S. 75 – 78.

Cantor, Georg [1895a]: Vérification jusqu'à 1000 du théorème empirique de Goldbach. Compte rendu de la 23. session, Caen 1894. Association Française pour l'Avancement des Sciences, Partie 2: Notes et mémoires. Paris 1895, S. 117 – 134.

Cantor, Georg [1895b]: Beiträge zur Begründung der transfiniten Mengenlehre, Artikel 1. Math. Annalen 46 (1895), S. 481 – 512; Artikel 2. Ebenda, 49 (1897), S. 207 – 246.

Coleman, Robert Alan; Korté, Herbert [2001]: Hermann Weyl: mathematician, physicist, philosopher. In: Scholz, Erhard (Hrsg.): Hermann Weyl's Raum-Zeit-Materie and a general introduction to his scientific work. Birkhäuser, Basel u. a. 2001 (DMV Seminar, 30), S. 157 – 386.

Condon, Edward Uhler [1938]: Mathematical models in modern physics. Journal of the Franklin Institute 225 (1938), S. 255 – 261.

Corry, Leo [2004]: David Hilbert and the axiomatization of physics (1898 – 1918). From Grundlagen der Geometrie to Grundlagen der Physik. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht u. a. 2004 (Archimedes, 10).

Courant, Richard; Hilbert, David [1924]: Methoden der mathematischen Physik. Bd. 1. Springer, Berlin 1924 (Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsgebiete, 12).

Craig, Gordon A[lexander] [1980]: Deutsche Geschichte 1866 – 1945. Vom Norddeutschen Bund bis zum Ende des Dritten Reiches. [Übersetzung aus dem Engl.] Beck, München 1980.

Curie, Pierre; Sagnac, Georges [1900]: Électrisation négative des rayons secondaires produits au moyen des rayons Röntgen. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences 130 (1900), S. 1013 – 1016.

Diebner, Kurt; Pose, Heinz [1932]: Über die Resonanzeindringung von α-Teilchen in den Aluminiumkern. Zeitschr. f. Physik 75 (1932), S. 753 – 762.

Dirac, Paul A. M. [1931]: Quantised singularities in the electromagnetic field. Proceedings of the Royal Soc. of London, Ser. A, 133 (1931), S. 60 – 72.

Doetsch, Gustav [1922]: Der Sinn der angewandten Mathematik. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 31 (1922), S. 222 – 233 [Antrittsvorlesung].

Doetsch, Gustav [1923a]: Die Integrodifferentialgleichungen vom Faltungstypus. Math. Annalen 89 (1923), S. 192 – 207.

Doetsch, Gustav [1923b]: Transzendente Additionstheoreme der elliptischen Thetafunktionen und andere Thetarelationen vom Faltungstypus. Math. Annalen 90 (1923). S. 19 – 25.

Doetsch, Gustav [1924a]: Die Lehre vom Raum. Zu der Studie von Rudolf Carnap über den Raum. Unterrichtsblätter f. Math. u. Naturwissenschaften 30 (1924), S. 66 – 67, 83 – 87.

Doetsch, Gustav [1924b]: Der Sinn der reinen Mathematik und ihrer Anwendung. Kant-Studien 29 (1924) S. 439 – 459.

Doetsch, Gustav [1925a]: Über das Problem der Wärmeleitung. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 33 (1925), S. 45 – 52.

Doetsch, Gustav [1925b]: Probleme aus der Theorie der Wärmeleitung. Mitteilung 2: Der lineare Wärmeleiter mit verschwindender Anfangstemperatur. Die allgemeinste Lösung und die Frage der Eindeutigkeit. Math. Zeitschr. 22 (1925), S. 293 – 306.

Donner, Helmut [1999]: Frieda Nugel: Die erste Doktorandin der Mathematik an der Universität Halle. Reports on Didactics and History of Mathematics. Report 10 (1999), Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Fachbereich Mathematik und Informatik, Halle 1999.

Dorn, Ernst [1889]: Eine Bestimmung des Ohm. Annalen der Physik, [3. Folge], 36 (1889), S. 22 – 72, 398 – 446.

Dorn, Ernst [1896a]: Über die Schwingungsausrichtung der Röntgen-Strahlen. Abh. der Naturforschenden Ges. zu Halle 21 (1896 – 1898), S. 53 – 59.

Dorn, Ernst [1896b]: Mitteilungen über Röntgenstrahlen. Abh. der Naturforschenden Ges. zu Halle 21 (1896 – 1898), S. 73 – 82.

Dorn, Ernst [1897]: Ueber die erwärmende Wirkung der Röntgenstrahlen. Annalen der Physik, [3. Folge,] 63 (1897), S. 160 – 176.

Dorn, Ernst [1898a]: Zur Sichtbarkeit der Röntgenstrahlen. Annalen der Physik, [3. Folge,] 64 (1898), S. 620 – 622.

Dorn, Ernst [1898b]: Ueber die Sichtbarkeit der Röntgenstrahlen für vollständig Farbenblinde. Annalen der Physik, [3. Folge,] 66 (1898), S. 1171 – 1176.

Dorn, Ernst [1900]: Über das elektrische Verhalten der Radiumstrahlen im elektrischen Felde. Physikal. Zeitschr. 1. 1899/1900 (1900), S. 337 – 338.

Dorn, Ernst [1901a]: Versuche über Sekundärstrahlen und Radiumstrahlen. Abh. der Naturforschenden Ges. zu Halle 22 (1901), S. 37 – 43.

Dorn, Ernst [1901b]: Elektrostatische Ablenkung der Radiumstrahlen. Abh. der Naturforschenden Ges. zu Halle 22 (1901), S. 45 – 50.

Dorn, Ernst [1901c]: Versuche des Herrn Henning: Über die elektrische Leitungsfähigkeit radioaktiver Substanzen. Versuche des Herrn Berndt: Über den Einfluss von Selbstinduktion auf die durch den Induktionsfunken erzeugten Metallspektra im Ultraviolett. Vorläufige Mitteilung. Abh. der Naturforschenden Ges. zu Halle 22 (1901), S. 51 – 55.

Dorn, Ernst [1901d]: Über die von radioaktiven Substanzen ausgesandte Emanation. Abh. der Naturforschenden Ges. zu Halle 23 (1901), S. 1 – 15.

Dorn, Ernst [1903a]: Eine merkwürdige Beobachtung mit Radium. Physikal. Zeitschr. 4 (1903), H. 18 (1903), S. 507 – 508.

Dorn, Ernst [1903b]: Über die radioaktiven Eigenschaften des Wassers einiger Quellen. Abh. der Naturforschenden Ges. zu Halle 25 (1903 – 1906), S. 105 – 116.

Dorn, Ernst [1905a]: Heliumröhren als Indikatoren für elektrische Wellen. Annalen der Physik, 4. Folge, 16 (1905), S. 784 – 791.

Dorn, Ernst [1905b]: Beseitigung elektrostatischer Einflüsse bei Wägungen durch Radium. Verhandl. der Dt. Physikal. Ges. 7 (1905), S. 189 – 192.

Dorn, Ernst [1906]: Heliumröhren mit elektrolytisch eingeführtem Natrium und Kalium. Annalen der Physik, 4. Folge, 20 (1906), S. 127 – 132.

Dorn, Ernst [1907]: Über Kanalstrahlen in Wasserstoff, Helium und Argon. Vorläufige Mitteilung. Physikal. Zeitschr. 8 (1907), S. 589 – 590.

Dorn, Ernst [1910]: Zur Optik flüssiger Kristalle. Vorläufige Mitteilung. Physikal. Zeitschr. 11 (1910), S. 777 – 780.

Dorn, Ernst [1912]: Die Erzeugung kathodenstrahlartiger Sekundärstrahlen durch Röntgenstrahlen. Eine kurze Darlegung der Geschichte der Entdeckung. Physikal. Zeitschr. 13 (1912), S. 31 – 32.

Dorn, Ernst [1913]: Über Radium *F*. Nach Versuchen von Otto Demmler mitgeteilt. Mitteilungen der Naturforschenden Ges. zu Halle 2 (1913), S. 3 – 8.

Dorn, Ernst; Baumann, E.; Valentiner, Siegfried [1905]: Über die Einwirkung der Radiumemanation auf pathogene Bakterien. Physikal. Zeitschr. 6 (1905), S. 497 – 500 [auch in: Zeitschr. f. Hygiene u. Infectionskrankheiten 51 (1905), S. 328 – 334)].

Dorn, Ernst; Lohmann, W. [1909]: Bestimmung der optischen Konstanten einiger flüssiger Kristalle. Annalen der Physik, 4. Folge, 29 (1909), S. 533 – 565.

Dorn, Ernst; Völlmer, B. [1896]: Über die Einwirkung von Salzsäure auf metallisches Natrium bei niederen Temperaturen. Abh. der Naturforschenden Ges. zu Halle 21 (1896 – 1898), S. 45 – 51.

Dorn, Ernst; Wallstabe, Friedrich [1904]: Physiologische Wirkungen der Radium-Emanation. Physikal. Zeitschr. 5 (1904), S. 568 – 570.

Drude, Paul [1894]: Ueber die elliptische Polarisation des an durchsichtigen Körpern reflectirten Lichtes. Annalen der Physik, [3. Folge,] 53 (1894), S. 69 – 76.

Drude, Paul [1895]: Berichtigung zur Notiz des Hrn. Schmidt über die elliptische Polarisation. Annalen der Physik, [3. Folge,] 54 (1895), S. 191 – 192.

Eberhard, Victor [1891]: Zur Morphologie der Polyeder. Teubner, Leipzig 1891.

Eberhard, Victor [1902]: Ein Beitrag zur Theorie der Gleichungen. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 11 (1902), S. 169 – 178.

Eberhard, Victor [1906]: Ein Beitrag zur Tetraederlehre. Monatshefte f. Math. u. Physik 17 (1906), S. 305 – 308.

Eberhard, Victor [1908]: Über die Verteilung der reellen Wurzeln dreier rational abhängigen algebraischen Gleichungen. Archiv der Math. u. Physik 13 (1908), S. 113 – 126.

Eberle, Henrik [2002a]: Die Martin-Luther-Universität in der Zeit des Nationalsozialismus 1933 – 1945. Mitteldeutscher Verlag, Halle 2002.

Eberle, Henrik [2002b]: Johannes Weigelt (1890 – 1948) – Führerrektor der Martin-Luther-Universität in der Zeit des Nationalsozialismus. In: Rupieper, Hermann Joseph (Hrsg.): Beiträge zur Geschichte der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. 1502 – 2002. Mitteldeutscher Verlag, Halle 2002 (Montagsvorträge zur Geschichte der Universität Halle), S. 455 – 486.

Ebert, [Ludwig] [1922]: [Rezension von Herweg/Pötzsch [1922]] Physikalische Berichte 3 (1922), S. 219 – 220.

Eichler, Martin [1955]: Heinrich Brandt †. Math. Nachr. 13 (1955), S. 321 – 326.

Einstein, Albert [1915a]: Zur allgemeinen Relativitätstheorie. Sitzungsber. der Königl. Preuss. Akad. der Wiss. 1915, S. 778 – 786; Nachtrag. Ebenda, S. 799 – 801.

Einstein, Albert [1915b]: Die Feldgleichungen der Gravitation. Sitzungsber. der Königl. Preuss. Akad. der Wiss. 1915, S. 844 – 847.

Einstein, Albert [1916]: Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie. Barth, Leipzig 1916 [Sonderdruck aus Annalen der Physik, 4. Folge, 49 (1916), S. 769 – 822].

Einstein, Albert [2002]: Was ist Relativitäts-Theorie? In: Janssen, Michel; Buchwald, Diana Kormos (Hrsg.): Einstein, Albert: The collected papers of Albert Einstein, Vol. 7: The Berlin years: writings 1918 – 1921. Princeton University Press, Princeton NJ u. a. 2002, S. 206 – 209.

Einstein, Albert; Großmann, Marcel [1914]: Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation. Zeitschr. f. Math. u. Physik 62 (1914), S. 225 – 261.

Einstein, Albert; Großmann, Marcel [1915]: Kovarianzeigenschaften der Feldgleichungen der auf die verallgemeinerte Relativitätstheorie gegründeten Gravitationstheorie. Zeitschr. f. Math. u. Physik 63 (1915), S. 215 – 225.

Engel, Friedrich; Stäckel, Paul (Hrsg.) [1895]: Die Theorie der Parallellinien von Euklid bis auf Gauss, eine Urkundensammlung zur Vorgeschichte der nichteuklidischen Geometrie. Teubner, Leipzig 1895.

Eucken, Arnold (Hrsg.) [1914]: Die Theorie der Strahlung und der Quanten. Verhandlungen auf einer von E. Solvay einberufenen Zusammenkunft (30. Oktober bis 3. November 1911). Mit einem Anhange über die Entwicklung der Quantentheorie vom Herbst 1911 bis zum Sommer 1913. In deutscher Sprache herausgegeben. Knapp, Halle 1914 (Abhandlungen der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie, 7).

Everling, Emil; Wigand, Albert [1921]: Spannungsgefälle und vertikaler Leitungsstrom in der freien Atmosphäre, nach Messungen bei Hochfahrten im Freiballon. Annalen der Physik, 4. Folge, 66 (1921), S. 261 – 282.

Faessler, Alfred [1931]: Röntgenemissionsspektrum und chemische Bindung. Versuche mit Sekundärstrahlen. Die Naturwissenschaften 19 (1931), S. 307 – 308.

Faessler, Alfred [1942]: Untersuchungen zum Problem des metamikten Zustandes. Zeitschr. f. Kristallographie 104 (1942), S. 81 – 113 [Habilitationsschrift].

Faessler, Alfred [1944]: Röntgenemissionsspektrum und chemische Bindung. Zeitschr. f. Elektrochemie u. angew. physikal. Chemie 50 (1944), S. 64 – 67.

Faessler, Alfred; Goehring, Margot [1943]: Chemische Bindung und K-Röntgenemissionsspektrum beim Schwefel. Die Naturwissenschaften 31 (1943), S. 567 – 568.

Ferreirós, José [1999]: Labyrinth of thought: A history of set theory and its role in modern mathematics. Birkhäuser, Basel u. a. 1999 (Historical studies, science networks 23).

Feynman, Richard [1994]: The character of physical law. Modern Library, New York 1994 (Reprint der Originalausgabe von 1965).

Folkerts, Menso; Knobloch, Eberhard [2002]: Die Mathematik in der Leopoldina. In: Parthier/Engelhardt 2002, S. 645 – 656.

Forman, Paul [1971]: Weimar culture, causality, and quantum theory, 1918 – 1927: adaption by German physicists and mathematicians to a hostile intellectual environment. Historical Studies in the Physical Sciences 3 (1971), S. 1 – 115.

Franck, James; Hertz, Gustav [1913a]: Messung der Ionisierungsspannung in verschiedenen Gasen. Verhandl. der Dt. Physikal. Ges. 15 (1913), S. 34 – 44.

Franck, James; Hertz, Gustav [1913b]: Über Zusammenstösse zwischen Gasmolekülen und langsamen Elektronen[, 1.]. Verhandl. der Dt. Physikal. Ges. 15 (1913), S. 373 – 390; 2: Über Zusammenstösse zwischen langsamen Elektronen und Gasmolekülen. Ebenda, S. 613 – 620.

Franck, James; Hertz, Gustav [1913c]: Über einen Zusammenhang zwischen Stossionisation und Elektronenaffinität. Verhandl. der Dt. Physikal. Ges. 15 (1913), S. 929 – 934.

Franck, James; Hertz, Gustav [1914]: Über Zusammenstösse zwischen Elektronen und den Molekülen des Quecksilberdampfes und die Ionisierungsspannung desselben. Verhandl. der Dt. Physikal. Ges. 16 (1914), S. 457 – 467.

Franck, James; Hertz, Gustav [1919]: Die Bestätigung der Bohrschen Atomtheorie im optischen Spektrum durch Untersuchungen der unelastischen Zusammenstöße langsamer Elektronen mit Gasmolekülen. Physikal. Zeitschr. 20 (1919), S. 132 – 143.

Frewer, Magdalene [1981]: Felix Bernstein. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 83 (1981), S. 84 – 95.

Friedel, Georges [1922]: Les états mésomorphes de la matière. Annales de physique, Sér. 9, 18 (1922), S. 273 – 474.

Gel'fand, Izrail' Moiseevič; Najmark, Mark Aronovič [1947]: Unitarnye predstavlenija gruppy Lorenca. Izvestija Akademii Nauk SSSR, Serija matematičeskaja 11 (1947), S. 411 – 504.

Gerlach, Hans-Martin; Sepp, Hans Rainer (Hrsg.) [1994]: Husserl in Halle. Spurensuche im Anfang der Phänomenologie. Lang, Frankfurt am Main u. a. 1994 (Daedalus, 5).

Gerstengarbe, Sybille; Seidler, Eduard [2002]: «… den Erfordernissen der Zeit in vollem Ausmaß angepaßt.» – Die Leopoldina von 1932 bis 1945. In: Parthier/Engelhardt 2002, S. 227 – 262.

Grammel, Richard [1917a]: Die hydrodynamischen Grundlagen des Fluges. Vieweg, Braunschweig 1917 (Sammlung Vieweg, 39/40).

Grammel, Richard [1917b]: Zusätze zur Kreiseltheorie mit einer Anwendung auf die Ballistik. Zeitschr. f. Math. u. Physik 64 (1917), S. 129 – 168.

Grammel, Richard [1919]: Die Nutationen des unsymmetrischen Kreisels. Physikal. Zeitschr. 20 (1919), S. 398 – 400.

Grammel, Richard [1920a]: Die Stabilität der Staudeschen Kreiselbewegungen. Math. Zeitschr. 6 (1920), S. 124 – 142.

Grammel, Richard [1920b]: Über einige Bewegungen des unsymmetrischen schweren Kreisels. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 29 (1920), S. 150 – 174.

Grammel, Richard [1920c]: Der Kreisel. Seine Theorie und seine Anwendungen. Vieweg, Braunschweig 1920.

Graßmann, Hermann E. [1903]: Die Drehung eines kraftfreien starren Körpers um einen festen Punkt. Zeitschr. f. Math. u. Physik 48 (1903), S. 329 – 376. [Zugl. als Erläuterung zu den im Verlage von Martin Schilling in Halle, XXIX, Nr. 1 – 3 erschienenen Apparaten].

Graßmann, Hermann E. [1909]: Projektive Geometrie der Ebene. Unter Benutzung der Punktrechnung dargestellt. Bd. 1: Binäres. Teubner, Leipzig u. a. 1909; Bd. 2, 1: Ternäres. 1913; Bd. 2, 2: Ternäres. 1927.

Gray, Jeremy J. [1994]: German and Italian algebraic geometry. In: Brigaglia, Aldo; Ciliberto, Ciro; Sernesi, Edoardo (Hrsg.): Algebra e geometria (1860 – 1940). Il contributo italiano. Palermo 1994 (Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo, Supplemento, Ser. 2, 36), S. 151 – 184.

Gray, Jeremy J. [2008]: Plato's ghost. The modernist transformation of mathematics. Princeton University Press, Princeton u. a. 2008.

Grell, Heinrich [1936a]: Über die Gültigkeit der gewöhnlichen Idealtheorie in endlichen algebraischen Erweiterungen erster und zweiter Art. Math. Zeitschr. 40 (1936), S. 503 – 505.

Grell, Heinrich [1936b]: Verzweigungstheorie in allgemeinen Ordnungen algebraischer Zahlkörper. Math. Zeitschr. 40 (1936), S. 629 – 657.

Gruenberg, Karl Walter [1981]: Reinhold Baer. Bulletin of the London Mathematical Society 13 (1981), S. 339 – 361.

Guillaume, Marcel [1994]: La logique mathématiques en sa jeunesse. Essai sur l'histoire de la logique durant la première moitié du vingtième siècle. In: Pier 1994, S. 185 – 367.

Gutzmer, August [1896]: Zur Theorie der adjungirten Differentialgleichungen. Bernstein, Berlin 1896 [Habilitationsschrift, Halle].

Gutzmer, August [1898]: Zum Existenzbeweise des Integrals einer linearen homogenen Differentialgleichung von *Paul Günther*. Journal f. die reine u. angew. Math. 119 (1898), S. 82 – 85.

Gutzmer, August [1904]: Geschichte der Deutschen Mathematiker-Vereinigung von ihrer Begründung bis zur Gegenwart. Teubner, Leipzig 1904.

Hanle, Wilhelm [1926]: Die elektrische Beeinflussung der Polarisation der Resonanzfluoreszenz von Quecksilber. Zeitschr. f. Physik 35 (1926), S. 346 – 364.

Hanle, Wilhelm [1927a]: Die Anregungsfunktion von Spektrallinien. Die Naturwissenschaften 15 (1927), S. 832 – 833.

Hanle, Wilhelm [1927b]: Die Polarisation der Resonanzfluoreszenz von Natriumdampf bei Anregung mit zirkular polarisiertem Licht. Zeitschr. f. Physik 41 (1927), S. 164 – 183.

Hanle, Wilhelm [1929a]: Die Anregungsfunktion der Quecksilberresonanzlinie 2537. Zeitschr. f. Physik 54 (1929), S. 848 – 851.

Hanle, Wilhelm [1929b]: Messung von Anregungsfunktionen im Heliumspektrum. Zeitschr. f. Physik 56 (1929), S. 94 – 113.

Hanle, Wilhelm [1929c]: Die optische Anregungsfunktion der Heliumlinien. Physikal. Zeitschr. 30 (1929), S. 169 – 170.

Hanle, Wilhelm [1929d]: Die Lichtausbeute bei Elektronenstoßanregung. Nach gemeinsamen Untersuchungen mit W. Schaffernicht. Physikal. Zeitschr. 30 (1929), S. 901 – 905.

Hanle, Wilhelm [1930]: Anregungsfunktionen im Neonspektrum. Zeitschr. f. Physik 65 (1930), S. 512 – 516.

Hanle, Wilhelm [1931]: Über zirkulare Polarisation beim Ramaneffekt. Physikal. Zeitschr. 32 (1931), S. 556 – 558.

Hanle, Wilhelm; Quarder, B. [1929]: Über Polarisation bei Neon-Elektronenstoßleuchten und Neon-Kanalstrahlleuchten. Zeitschr. f. Physik 54 (1929), S. 819 – 825.

Hanle, Wilhelm; Richter, E. F. [1929]: Polarisationserscheinungen bei der stufenweisen Anregung der Fluoreszenz von Quecksilberdampf. Zeitschr. f. Physik 54 (1929), S. 811 – 818.

Härlen, Hasso [1931]: Bemerkungen zu dem Aufsatz des Herrn Behmann: «Zu den Widersprüchen der Logik und Mengenlehre» in diesem Bande. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 40 (1931), S. 156 – 159.

Harries, Wolfgang; Hertz, Gustav [1928]: Über die Zahl der Zusammenstöße bei der Diffusion langsamer Elektronen im elektrischen Felde. Zeitschr. f. Physik 46 (1928), S. 177 – 187.

Hashagen, Ulf [2003]: Walther von Dyck (1856 – 1934). Mathematik, Technik und Wissenschaftsorganisation an der TH München. Steiner, Stuttgart 2003 (Boethius, 47) [Zugl. Diss., München, 2001].

Hasse, Helmut [1926a]: Bericht über neuere Untersuchungen und Probleme aus der Theorie der algebraischen Zahlkörper. Teil 1: Klassenkörpertheorie. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 35 (1926), S. 1 – 55; Teil 1a: Beweise zu Teil 1. Ebenda, 36 (1927), S. 233 – 311; Teil 2: Reziprozitätsgesetz. Ebenda, Ergänzungsband 6 (1930), S. 1 – 204.

Hasse, Helmut [1926b]: Höhere Algebra. Bd. 1: Lineare Gleichungen. De Gruyter, Berlin 1926 (Sammlung Göschen, 931); Bd. 2: Gleichungen höheren Grades. Ebenda, 1927 (∼, 932).

Hasse, Helmut [1930a]: Die Normenresttheorie relativ-Abelscher Zahlkörper als Klassenkörpertheorie im Kleinen. Journal f. die reine u. angew. Math. 162 (1930), S. 145 – 154.

Hasse, Helmut [1930b]: Die moderne algebraische Methode. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 39 (1930), S. 22 – 34.

Hasse, Helmut [1931]: Theorie der zyklischen Algebren über einem algebraischen Zahlkörper. Nachr. von der Ges. der Wiss. zu Göttingen, Math.-phys. Kl., 1931, S. 70 – 79.

Hasse, Helmut [1952]: Mathematik als Wissenschaft, Kunst und Macht. Verlag für angewandte Wissenschaften, Wiesbaden 1952.

Hasse, Helmut; Scholz, Heinrich [1928]: Die Grundlagenkrisis der griechischen Mathematik. Kant-Studien 33 (1928), S. 4 – 34 [als Buch mit einem Anhang von Heinrich Scholz: Warum haben die Griechen die Irrationalzahlen nicht aufgebaut? erschienen im Pan-Verlag Kurt Metzner, Charlottenburg 1928 (Pan-Bücherei, Gruppe Philosophie, 3)].

Hasse, Helmut; Tornier, Erhard [1928]: Über die Dichte der quadratfreien Zahlen und ähnliche Dichten in einem algebraischen Zahlkörper. Leopoldina: Mitteilungen der Dt. Akad. der Naturforscher Leopoldina, Reihe 2, 3 (1928), S. 9 – 16.

Heisenberg, Werner [1938]: Die gegenwärtigen Aufgaben der theoretischen Physik. Scientia. Rivista di scienza 63 (1938), S. 61 – 69.

Hensel, Susann; Ihmig, Karl-Norbert; Otte, Michael [1989]: Mathematik und Technik im 19. Jahrhundert in Deutschland: soziale Auseinandersetzung und philosophische Problematik. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1989 (Studien zur Wissenschafts-, Sozial- und Bildungsgeschichte der Mathematik, 6).

Hergert, Wolfram [1990]: 100 Jahre Gebäude des Physikalischen Instituts in Halle – Die hallesche Physik am Ausgang des 19. Jahrhunderts. Wissenschaftliche Beiträge, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 33 = O 32 (1990) (Beiträge zur Universitätsgeschichte).

Hergert, Wolfram [1993]: Physik im Freiballon. Physikalische Blätter 49 (1993), S. 1007 – 1010.

Hergert, Wolfram [2005]: Gustav Mie und Albert Einstein. Diskussionen zur Entwicklung der Relativitätstheorie. Scientia halensis – Wissenschaftsjournal der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 13 (2005), H. 3, S. 13 – 14.

Herglotz, Gustav [1914]: Über die analytische Fortsetzung des Potentials ins Innere der anziehenden Massen. Teubner, Leipzig 1914 (Preisschriften gekrönt und herausgegeben von der Fürstlich Jablonowskischen Gesellschaft zu Leipzig, 44 = Math.-naturwiss. Sektion, 19).

Herre, Wolf [1938]: Bedeutung und Aufgaben naturwissenschaftlicher Vereine in Deutschland. Gedanken zum 90jährigen Bestehen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Sachsen und Thüringen. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 92 (1938), S. 1 – 12.

Hertz, Gustav [1922]: Ein neues Verfahren zur Trennung von Gasgemischen durch Diffusion. Physikal. Zeitschr. 23 (1922), S. 433 – 434.

Hertz, Gustav [1923]: Bohrsche Theorie und Elektronenstoß. Die Naturwissenschaften 11 (1923), S. 564 – 567.

Hertz, Gustav [1924]: Über die Anregung von Spektrallinien durch Elektronenstoß. 1. Zeitschr. f. Physik 22 (1924), S. 18 – 26; ∼; Scharp de Visser, J. C.: 2. Ebenda, 31 (1925), S. 470 – 474.

Hertz, Gustav [1925]: Über die Diffusion langsamer Elektronen im elektrischen Felde. Zeitschr. f. Physik 32 (1925), S. 298 – 306.

Hertz, Gustav [1932]: Ein Verfahren zur Trennung von gasförmigen Isotopengemischen und seine Anwendung auf die Isotopen des Neons. Zeitschr. f. Physik 79 (1932), S. 108 – 121.

Hertz, Gustav [1934]: Ein Verfahren zur Trennung von Isotopengemischen durch Diffusion in strömendem Quecksilberdampf. Zeitschr. f. Physik 91 (1934), S. 810 – 815.

Hertz, Gustav [1979]: Quantensprünge und Isotopentrennung. In: Lange, Gert; Mörke, Joachim (Hrsg.): Wissenschaft im Interview. Gespräche mit

Akademiemitgliedern über ihr Leben und Werk. Urania-Verlag, Leipzig u. a. 1979, S. 58 – 64.

[Hertz-Festschrift 1967]: Gustav Hertz in der Entwicklung der modernen Physik. Festschrift zum 80. Geburtstag von Gustav Hertz am 22. Juli 1967. Akademie-Verlag, Berlin 1967 (Abh. der Dt. Akad. der Wiss. zu Berlin, Kl. f. Math., Physik und Technik, Jg. 1967, 1).

Hertz, Gustav; Kloppers, R. K [1925]: Die Anregungs- und Ionisierungsspannungen der Edelgase. Zeitschr. f. Physik 31 (1925), S. 463 – 469.

Herweg, Julius [1909]: Über die Polarisation der Röntgenstrahlen. Annalen der Physik, 4. Folge, 29 (1909), S. 398 – 400.

Herweg, Julius [1910]: Über die Fortpflanzungsrichtung der von Röntgenstrahlen ausgelösten sekundären Kathodenstrahlen. Physikal. Zeitschr. 11 (1910), S. 170 – 171.

Herweg, Julius [1913a]: Über die Beugungserscheinungen der Röntgenstrahlen am Gips. Physikal. Zeitschr. 14 (1913), S. 417 – 420.

Herweg, Julius [1913b]: Über das Spektrum der Röntgenstrahlen. Vorläufige Mitteilung. Verhandl. der Dt. Physikal. Ges. 15 (1913), S. 555 – 556; Mitteilung 2: Ein Spektrograph für Röntgenstrahlen; die Linien des Platins und Wolframs. Ebenda, 16 (1914), S. 73 – 78.

Herweg, Julius [1919]: Die Messung sehr kleiner Kapazitätsänderungen mittels ungedämpfter Schwingungen. Vorläufige Mitteilung. Verhandl. der Dt. Physikal. Ges. 21 (1919), S. 572 – 577.

Herweg, Julius [1920]: Die elektrischen Dipole in flüssigen Dielektricis. Zeitschr. f. Physik 3 (1920), S. 36 – 47.

Herweg, Julius [1923a]: Über die Temperaturabhängigkeit der am ZnSCu-Phosphor bei Belichtung auftretenden Änderung der Dielektrizitätskonstanten. Zeitschr. f. Physik 16 (1923), S. 23 – 28.

Herweg, Julius [1923b]: Über den Einfluß eines elektrischen Feldes auf die durch Belichtung vergrößerte Dielektrizitätskonstante des ZnSCu-Phosphors. Zeitschr. f. Physik 16 (1923), S. 29 – 33.

Herweg, Julius; Mie, Gustav [1922]: Die Zahl der von sehr schwachen Röntgenstrahlen ausgelösten Elektronen. Annalen der Physik, 4. Folge, 68 (1922), S. 120 – 126.

Herweg, Julius; Pötzsch, Walter [1922]: Die elektrischen Dipole in flüssigen Dielektricis. Zeitschr. f. Physik 8 (1922), S. 1 – 12.

Hessenberg, Gerhard [1918]: Vektorielle Begründung der Differentialgeometrie. Math. Annalen 78 (1918), S. 187 – 217.

Hochkirchen, Thomas [1998]: Wahrscheinlichkeitsrechnung im Spannungsfeld von Maß- und Häufigkeitstheorie – Leben und Werk des «Deutschen» Mathematikers Erhard Tornier (1894 – 1982). NTM. Internat. Zeitschr. f. Geschichte u. Ethik der Naturwiss., Technik u. Medizin, N. S., 6 (1998), S. 22 – 41.

Hoehnke, Hans-Jürgen [1986]: 66 Jahre Brandtsches Gruppoid. In: Fritzsche, Reiner (Hrsg.): Heinrich Brandt 1886 – 1986 (Wiss. Tagung d. Sektion Mathematik an d. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, 8.-13. Sept. 1986). Martin-Luther-Universität, Halle 1986, S. 15 – 79 (Wissenschaftliche Beiträge, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 47 = M43 (1986)).

Hoffmann, Gerhard [1912a]: Über ein hochempfindliches Elektrometer und den hiermit möglichen direkten Nachweis der Ionisation des einzelnen α-Teilchens. Physikal. Zeitschr. 13 (1912), S. 480 – 485.

Hoffmann, Gerhard [1912b]: Über den direkten Nachweis der Ionisation des einzelnen α-Teilchens. Physikal. Zeitschr. 13 (1912), S. 1029 – 1034.

Hoffmann, Gerhard [1915]: Feinregistrierung der Ionisierung in geschlossenen Gefäßen. In: Bergwitz 1915, S. 435 – 452.

Hoffmann, Gerhard [1926]: Registrierbeobachtungen der Höhenstrahlung im Meeresniveau. Annalen der Physik, 4. Folge, 80 (1926), S. 779 – 807.

Hoffmann, Gerhard [1927]: Über neue Apparaturen zur Messung der durchdringenden Strahlung. Zeitschr. f. Physik 42 (1927), S. 565 – 569.

Hoffmann, Gerhard [1931]: Über exakte Intensitätsmessungen der Hessschen Ultrastrahlung. Zeitschr. f. Physik 69 (1931), S. 703 – 718.

Hoffmann, Gerhard [1932a]: Probleme der Ultrastrahlung. Physikal. Zeitschr. 33 (1932), S. 633 – 662.

Hoffmann, Gerhard [1932b]: Zur Methodik der Atomzertrümmerungsmessungen. Zeitschr. f. Physik 73 (1932), S. 578 – 579.

Hoffmann, Gerhard [1936]: Über eine Neukonstruktion des Vakuumduantenelektrometers. 1. Physikal. Zeitschr. 37 (1936), S. 35 [Der von Bruno Zipprich verfasste Teil 2 erschien ebenda, S. 36 – 38].

Hoffmann, Gerhard; Lindholm, F. [1928]: Registrierbeobachtungen der Heßschen Ultra-γ-Strahlung auf Muottas Muraigl (2456 m). Gerlands Beiträge zur Geophysik 20 (1928), S. 12 – 54 [mit franz. u. engl. Zusammenfassung].

Hoffmann, Gerhard; Pforte, Wilhelm Siegfried [1930]: Über eine vereinfachte Form des Duantenelektrometers. (Mit Demonstration). Physikal. Zeitschr. 31 (1930), S. 822.

Hoffmann, Gerhard; Pose, Heinz [1929]: Nachweis von Atomtrümmern durch Messung der Ionisation eines einzelnen H-Strahls. Zeitschr. f. Physik 56 (1929), S. 405 – 415.

Horvarth, Helmuth [2009]: Gustav Mie and the scattering and absorption of light by particles: Historic developments and basics. Journal of quantitative spectroscopy and radiative transfer 110 (2009), S. 787 – 799.

Jahn, Ilse [2002]: Preise und Medaillen – Wissenschaftsförderung und Ehrungen durch die Leopoldina. In: Parthier/Engelhardt 2002, S. 679 – 711.

Jentsch, Werner [1986]: Auszüge aus einer unveröffentlichten Korrespondenz von Emmy Noether und Hermann Weyl mit Heinrich Brandt. Historia Mathematica 13 (1986), S. 5 – 12.

Jung, Heinrich [1908]: Darstellung der Funktionen eines algebraischen Körpers zweier unabhängigen Veränderlichen x, y in der Umgebung einer Stelle $x = a$, $y = b$. Journal f. die reine u. angew. Math. 133 (1908), S. 289 – 314.

Jung, Heinrich [1909]: Arithmetische Theorie der algebraischen Funktionen zweier unabhängigen Veränderlichen. In: Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen. Bd. 2: Analysis. Redigiert von H. Burkhardt u. a., Teil 3, 1. Teubner, Leipzig u. a. 1909 – 1921, S. 651 – 674.

Jung, Heinrich [1912]: Über die Zeuthen-Segresche Invariante. Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo 34 (1912), S. 225 – 277.

Jung, Heinrich [1923]: Einführung in die Theorie der algebraischen Funktionen einer Veränderlichen. De Gruyter, Berlin 1923.

Jung, Heinrich [1925]: Algebraische Flächen. Helwing, Hannover 1925.

Jung, Heinrich [1931]: Algebraische Funktionen von zwei Veränderlichen. A: Totale Differentiale. Algebraischer Teil. Journal f. die reine u. angew. Math. 165 (1931), S. 128 – 158; B: Totale Differentiale. Transzendentaler Teil. Ebenda, 167 (1932), S. 346 – 359; C: Über die Defekte von Klassen. Ebenda, 168 (1932), S. 131 – 169; D: Doppelintegrale zweiter Gattung. Ebenda, 169 (1933), S. 43 – 60.

Jung, Heinrich [1933]: Das arithmetische Geschlecht. Math. Zeitschr. 37 (1933), S. 342 – 355.

Jung, Heinrich [1935]: Einführung in die Zahlentheorie. Jänecke, Leipzig 1935.

Jung, Heinrich [1936]: Einführung in die Theorie der quadratischen Zahlkörper. Jänecke, Leipzig 1936.

Jung, Heinrich [1937]: Stellentransformation in algebraischen Körpern zweier Veränderlicher. Acta mathematica 68 (1937), S. 7 – 69.

Jung, Heinrich [1939]: Zur Theorie der algebraischen Funktionen zweier Veränderlicher. 1: Divisorenklassen. Journal f. die reine u. angew. Math. 180 (1939), S. 219 – 244; 2: Zusammenhang zwischen linearen Integralen zweiter und dritter Gattung. Ebenda, 181 (1940), S. 68 – 82. 3: Über die Zahl δ der Zeuthen-Segreschen Invariante. Ebenda, S. 125 – 132.

Jung, Heinrich [1951]: Einführung in die Theorie der algebraischen Funktionen zweier Veränderlicher. Akademie-Verlag, Berlin 1951.

Jungnickel, Christa; McCormmach, Russell [1986]: Intellectual mastery of nature. Theoretical physics from Ohm to Einstein. 2 Bde. University of Chicago Press, Chicago u. a. 1986.

Kaasch, Michael; Kaasch, Joachim [2002a]: Von der Akademiereform über Konsolidierung und Kontinuität in die Krise – Die Leopoldina unter den Präsidenten Behn, Knoblauch, Freiherr von Fritsch und Wangerin von 1870 bis 1921. In: Parthier/Engelhardt 2002, S. 151 – 186.

Kaasch, Michael; Kaasch, Joachim [2002b]: Zwischen Inflationsverlust und großdeutschem Anspruch – Die Leopoldina unter den Präsidenten Gutzmer und Walther von 1921 bis 1932. In: Parthier/Engelhardt 2002, S. 187 – 225.

Kast, Wilhelm [1931]: Anisotrope Flüssigkeiten («Flüssige Kristalle») im elektrischen Felde [1.]. Zeitschr. f. Physik 71 (1931), S. 39 – 52; 2. Ebenda, 76 (1932), S. 19 – 23.

Kast, Wilhelm [1934]: Vergleichende röntgenographische und optische Untersuchungen an der anisotropen und der isotropen Schmelze des p-Azoxyanisol. Ein Beitrag zum Problem der «Flüssigen Kristalle». Annalen der Physik, 5. Folge, 19 (1934), S. 571 – 581.

Kast, Wilhelm [1937a]: Anisotrope Flüssigkeiten. Physikal. Zeitschr. 38 (1937), S. 627 – 635.

Kast, Wilhelm [1937b]: Die Bedingungen für das Auftreten einer anisotrop-flüssigen Phase. Die Naturwissenschaften 25 (1937), S. 234 – 235.

Kast, Wilhelm; Bouma, P. J. [1934]: Anisotrope Flüssigkeiten («Flüssige Kristalle») im elektrischen Felde. III. (Messungen des dielektrischen Verlustes von kr. fl. p-Azoxyanisol.) Zeitschr. f. Physik 87 (1934), S. 753 – 762.

Kast, Wilhelm, Ornstein, Leonard S. [1934]: Registrierungen der Lichtdurchlässigkeit der anisotropen Schmelze des p-Azoxyanisols im Magnetfeld. Ein Beitrag zur Schwarmtheorie der «Flüssigen Kristalle». Zeitschr. f. Physik 87 (1934), S. 763 – 767.

Kast, Wilhelm; Prietzschk, A. [1941]: Die molekulare Struktur des unterkühlten und des glasigen Äthylalkohols. Zeitschr. f. Elektrochemie u. angew. physikal. Chemie 47 (1941), S. 112 – 116.

Kast, Wilhelm; Stuart, Herbert [1939]: Die molekulare Struktur der Flüssigkeiten im Modellversuch. Physik. Zeitschr. 40 (1939), S. 714 – 718.

Keller, Ott-Heinrich; Engel, Wolfgang [1955]: Heinrich Wilhelm Ewald Jung. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 58 (1955), S. 5 – 10.

Kemble, Edwin C. [1938]: Operational reasoning, reality, and quantum mechanics. Journal of the Franklin Institute 225 (1938), S. 263 – 275.

Killy, Walther; Vierhaus, Rudolf (Hrsg.) [1995]: Deutsche Biographische Enzyklopädie. 10 Bde. Saur, München 1995 – 1999.

Kleinert, Andreas [2002]: Die Naturforschende Gesellschaft zu Halle. Acta Historica Leopoldina 36 (2000), S. 247 – 272.

Kleinert, Andreas; Berg, Gunnar [2002]: Die Physik im Spiegel der Leopoldina seit 1880. In: Parthier/Engelhardt 2002, S. 609 – 626.

Klemm, Werner; Smekal, Adolf [1941a]: Über den Grundvorgang des Polierens von Gläsern. Die Naturwissenschaften 29 (1941), S. 688 – 690.

Klemm, Werner; Smekal, Adolf [1941b]: Über die Bildung von Diamanteindrücken in Glasoberflächen. Die Naturwissenschaften 29 (1941), S. 710 – 711.

Knoblauch, Carl Hermann [1891]: Ueber die Polarisation der strahlenden Wärme durch totale Reflexion. Nova Acta der Ksl. Leop.-Carol. Dt. Akad. der Naturforscher 55 (1891), S. 283 – 304.

Koch, Peter [1985]: Lexis, Wilhelm. In: Neue Deutsche Biographie. Bd. 14, Duncker & Humblot, Berlin 1985, S. 421 – 422.

König, Robert [1926]: [Rezension zu:] Heinrich W. E. Jung, Algebraische Flächen. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 34 (1926) Abt. 2: Angelegenheiten der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, S. 30 – 31.

Koethner, Paul [1899]: Selbststrahlende Materie. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 72 (1899), S. 331 – 346.

Kohl, Gunter [2002]: Relativität in der Schwebe: Die Rolle von Gustav Mie. MPI für Wissenschaftsgeschichte, Berlin 2002 (Preprint 209).

Kolhörster, Werner; Wigand, Albert; Stoye, Karl [1914]: Physikalische Untersuchungen im Freiballon III. Abh. der Naturforschenden Ges. zu Halle, Neue Folge 4 (1914), S. 3 – 76 (Aerophysikalischer Forschungsfonds Halle, 13).

Kuczera, Josef [1985]: Gustav Hertz. Teubner, Leipzig 1985 (Biographien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner, 80).

Lemmermeyer, Franz; Roquette, Peter (Hrsg.) [2006]: Helmut Hasse and Emmy Noether. Their correspondence 1925 – 1935. Universitätsverlag Göttingen, Göttingen 2006.

Levi-Cevita, Tulio [1917]: Nozione di parallelismo in una varietà qualunque e conseguente specificazione geometrica della curvatura Riemanniana. Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo 42 (1917), S. 173 – 204.

Löffler, E. [1932]: [Rezension zu:] H. W. E. Jung, Algebraische Flächen. Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik 51. 1925 (1932), S. 522 – 523.

Lorey, Wilhelm [1916]: Das Studium der Mathematik an den deutschen Universitäten seit Anfang des 19. Jahrhunderts. Teubner, Leipzig u. a. 1916 (Abhandlungen über den mathematischen Unterricht in Deutschland, Bd. 3: Einzelfragen des höheren mathematischen Unterrichts, [Teil 2, Abt. 2 =] H. 9).

Lutze, Georg; Everling, Emil [1914]: Physikalische Untersuchungen im Freiballon, 2. Abh. der Naturforschenden Ges. zu Halle, Neue Folge 3 (1914), S. 3 – 79 (Aerophysikalischer Forschungsfonds Halle, 8).

Maier, Wilhelm [1944]: Zur Frage der molekularen Struktur kristalliner Flüssigkeiten: Die Änderung der Dielektrizitätskonstante der pl-Phase des pp'-Azoxyanisols durch magnetische Felder. Physikal. Zeitschr. 45 (1944/45), S. 285 – 297.

Mancosu, Paolo [1999]: Between Russell and Hilbert: Behmann on the foundations of mathematics. The Bulletin of symbolic logic 5 (1999), H. 3, S. 303 – 330.

Maurer, Werner; Pose, Heinz [1943]: Neutronenemission des Urankerns als Folge seiner spontanen Spaltung. Zeitschr. f. Physik 121 (1943), S. 285 – 292.

Mehra, Jagdish [1974]: Einstein, Hilbert, and the theory of gravitation. Historical origins of general relativity theory. Reidel, Dordrecht u. a. 1974.

Mehra, Jagdish [1981]: Gustav Mie. In: Gillispie, Charles Coulston (Hrsg.): Dictionary of scientific biography. Ausgabe in 8 Teilen, Scribner, New York 1981, Bd. 9, S. 376 – 377.

Messerschmidt, Wilhelm [1932a]: Über die sonnenzeitliche Periode der harten Ultrastrahlung. Zeitschr. f. Physik 74 (1932), S. 187 – 190.

Messerschmidt, Wilhelm [1932b]: Über Schwankungsmessungen der Ultrastrahlung. 1. Zeitschr. f. Physik 78 (1932), S. 668 – 689; 2. Ebenda, 85 (1933), S. 332 – 335; 3. Ebenda, 87 (1934), S. 800 – 805.

Messerschmidt, Wilhelm [1933a]: Eine neue Methode zur Bestimmung des Emanationsgehaltes der Atmosphäre und ihre Anwendung zur Untersuchung der Zusammenhänge mit den meteorologischen Faktoren und des Einflusses des Emanationsgehaltes der Atmosphäre auf die Messungen der Ultrastrahlung. Zeitschr. f. Physik 81 (1933), S. 84 – 100 [Dissertation].

Messerschmidt, Wilhelm [1933b]: Zur Atomzertrümmerung durch Ultrastrahlung. Die Naturwissenschaften 21 (1933), S. 285 – 286.

Messerschmidt, Wilhelm [1933c]: Über Atomzertrümmerung durch Ultrastrahlung. Physikal. Zeitschr. 34 (1933), S. 896.

Messerschmidt, Wilhelm [1936a]: Untersuchungen über den Reststrom von Ionisationsdruckkammern und über die Druckabhängigkeit der Ionisation durch Ultrastrahlung. Zeitschr. f. Physik 103 (1936), S. 18 – 26.

Messerschmidt, Wilhelm [1936b]: Untersuchungen über Ultrastrahlungsstöße. Zeitschr. f. Physik 103 (1936), S. 27 – 56.

Mie, Gustav [1910]: Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Eine Experimentalphysik des Weltäthers für Physiker, Chemiker, Elektrotechniker. Enke, Stuttgart 1910.

Mie, Gustav [1912]: Grundlagen einer Theorie der Materie. Mitteilung 1. Annalen der Physik, 4. Folge, 37 (1912), S. 511 – 534; Mitteilung 2. Ebenda, 39 (1912), S. 1 – 40; Mitteilung 3, Schluß. Ebenda, 40 (1913), S. 1 – 66.

Mie, Gustav [1914]: Bemerkungen zu der Einsteinschen Gravitationstheorie. 1. Physikal. Zeitschr. 15 (1914), S. 115 – 122; 2. Ebenda, S. 169 – 176.

Mie, Gustav [1915]: Das Prinzip von der Relativität des Gravitationspotentials. In: Bergwitz 1915, S. 251 – 268.

Mie, Gustav [1916]: Naturgesetz und Geist. Deutsche Revue 41 (1916), Bd. 3, S. 150 – 163 [Rektoratsrede, Greifswald, 1916].

Mie, Gustav [1917]: Die Einsteinsche Gravitationstheorie und das Problem der Materie. I. Physikal. Zeitschr. 18 (1917), S. 551 – 556; II. Ebenda, S. 574 – 580; III. Ebenda, S. 596 – 602.

Mie, Gustav [1919]: Das Wesen der Materie. I. Moleküle und Atome. 4. Aufl. Teubner, Leipzig u. a. 1919 (Aus Natur und Geisteswelt, 58).

Mie, Gustav [1920]: Die Einführung eines vernunftgemäßen Koordinatensystems in die Einsteinsche Gravitationstheorie und das Gravitationsfeld einer schweren Kugel. Annalen der Physik, 4. Folge, 62 (1920), S. 46 – 74.

Mie, Gustav [1921a]: Die Einsteinsche Gravitationstheorie. Versuch einer allgemein verständlichen Darstellung der Theorie. Hirzel, Leipzig 1921 [Französische Übersetzung: La théorie Einsteinienne de la gravitation. Essai de vulgarisation de la théorie. Hermann, Paris 1922].

Mie, Gustav [1921b]: Über die Abklingung der Lichtemission eines Atoms. Annalen der Physik, 4. Folge, 66 (1921), S. 237 – 260.

Mie, Gustav [1922]: Träge und schwere Masse. Annalen der Physik, 4. Folge, 69 (1922), S. 1 – 53.

Mie, Gustav [1923a]: Das elektrische Feld eines schweren, elektrisch geladenen Kügelchens, das um ein Gravitationszentrum kreist. Annalen der Physik, 4. Folge, 70 (1923), S. 489 – 557.

Mie, Gustav [1923b]: Echte optische Resonanz bei Röntgenstrahlen. Zeitschr. f. Physik 15 (1923), S. 56 – 57.

Mie, Gustav [1924]: Abklingungszeit und Verweilzeit angeregter Atome. Annalen der Physik, 4. Folge, 73 (1924), S. 195 – 208.

Mie, Gustav [1925a]: Das Problem der Materie und die Relativitätstheorie, 1: Das Problem der Materie. Scientia. Rivista di scienza 37 (1925), S. 149 – 156; 2: Die Relativitätstheorie. Ebenda, S. 225 – 234.

Mie, Gustav [1925b]: Bremsstrahlung und Comptonsche Streustrahlung. Zeitschr. f. Physik 33 (1925), S. 33 – 41.

Mie, Gustav [1928]: Untersuchungen zum Problem der Quantenelektrik. Mitteilung 1. Annalen der Physik, 4. Folge, 85 (1928), S. 711 – 729.

Mie, Gustav [1931]: Quantentheorie und Elektrodynamik. Verhandl. der Dt. Physikal. Ges. 1931, Reihe 3, 12 (1931), S. 46 – 49.

Mises, Richard von [1923/24]: [Rezension zu:] Grammel, R.: Die hydrodynamischen Grundlagen des Fluges. Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik Jg. 1916 – 1918 (1923/24), S. 1258.

Mises, Richard von [1931]: Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihre Anwendung in der Statistik und theoretischen Physik. Deuticke, Leipzig u. a. 1931 (Mises: Vorlesungen aus dem Gebiet der angewandten Mathematik, 1).

Momber, Andreas [2005]: Der Werkstoffwissenschaftler Adolf G. Smekal 1895–1959. Forschung im Ingenieurwesen 70 (2005), S. 114 – 119.

Müller, Hans Heinrich [1993]: Industrie und Weltmarkt – eine Region hat sich gewandelt. In: Biegel, Gerd (Hrsg.) Sachsen-Anhalt. 1200 Jahre Geschichte – Renaissance eines Kulturraumes. Braunschweigisches Landesmuseum, Braunschweig 1993 (Veröffentlichungen des Braunschweigischen Landesmuseums, 69), S. 198 – 205.

Nathan, Henry [1981]: Bernstein, Felix. In: Gillispie, Charles Coulston (Hrsg.): Dictionary of scientific biography. Ausgabe in 8 Teilen, Scribner, New York 1981, Bd. 1, S. 58 – 59.

Neue Deutsche Biographie [1953]. Hrsg. von der Historischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Bd. 1: Aachen – Behaim – Bd. 23: Schinzel – Schwarz, Duncker & Humblot, Berlin 1953 – 2007.

Neumann, Carl [1909]: Über das logarithmische Potential einer gewissen Ovalfläche. Abh. der Königl. Sächs. Akad. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Kl., 31 (1909), S. 81 – 182.

Neumann, Ernst [1896]: Beiträge zur Elektrostatik, insbesondere über einen von drei Kugelflächen begrenzten Conductor. Ber. über die Verhandlungen

der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl., 48 (1896), S. 634 – 648.

Neumann, Ernst [1899a]: Zur *Poisson*schen Theorie der Elektrostatik, insbesondere über die elektrische Vertheilung auf einem von drei Kugelflächen begrenzten Conductor. Journal f. die reine u. angew. Math. 120 (1899), S. 60 – 98, 277 – 304.

Neumann, Ernst [1899b]: Ueber die Robin'sche Methode zur Bestimmung des elektrostatischen Potentials. Vorläufige Mitteilung. Nachr. von der Königl. Ges. der Wiss. zu Göttingen, Math.-phys. Kl., 1899, S. 291 – 301.

Neumann, Ernst [1905]: Studien über die Methoden von C. Neumann und G. Robin zur Lösung der beiden Randwertaufgaben der Potentialtheorie. Teubner, Leipzig 1905 (Preisschriften gekrönt und herausgegeben von der Fürstlich Jablonowskischen Gesellschaft zu Leipzig, 37 = Math.-naturwiss. Section, 15).

Neumann, Ernst [1912]: Beiträge zu einzelnen Fragen der höheren Potentialtheorie. Teubner, Leipzig 1912 (Preisschriften gekrönt und herausgegeben von der Fürstlich Jablonowskischen Gesellschaft zu Leipzig, 41 = Math.-naturwiss. Section, 17).

Neumann, John von [1932]: Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik. Springer, Berlin 1932 (Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen, 38).

Nipperdey, Thomas [1991]: Deutsche Geschichte 1866 – 1918. Bd. 1 Arbeitswelt und Bürgergeist. 2. Aufl., Beck, München 1991.

Norton, John D. [1984]: How Einstein found his field equations: 1912 – 1915. Historical studies in the physical sciences 14 (1984), S. 253 – 316.

Oettingen, Arthur Joachim von; Wangerin, Albert (Hrsg.) [1895]: Green, George: Ein Versuch, die mathematische Analysis auf die Theorien der Elektricität und des Magnetismus anzuwenden. Engelmann, Leipzig 1895 (Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften, 61).

Pahl, Maximilian; Faessler, Alfred [1936]: Über die Anwendung des Geigerschen Spitzenzählers bei der Messung kleiner Röntgenintensitäten. Zeitschr. f. Physik 102 (1936), S. 562 – 571.

Parthier, Benno; Engelhardt, Dietrich von (Hrsg.) [2002]: 350 Jahre Leopoldina – Anspruch und Wirklichkeit. Festschrift der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina 1652 – 2002. Druck-Zuck, Halle (Saale) 2002.

Penrose, Roger [1998]: Mathematical physics in the 20th and 21st centuries? Mitteilungen der Dt. Mathematiker-Vereinigung 1998, H. 2, S. 56 – 64.

Pérès, Joseph [1919]: Le parallélisme de Mr. Levi-Civita et la courbure riemannienne. Atti della Reale Accademia Nazionale dei Lincei, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. Rendiconti, Ser. 5, 28 (1919), S. 425 – 428.

Pfeiffer, Friedrich [1913]: Das Turbulenzproblem. Mitteilungen der Naturforschenden Ges. zu Halle 2 (1913), S. 25 – 40 [Habilitationsvortrag].

Pfeiffer, Friedrich [1914a]: Über ebene Gleit- und Rollbewegung starrer Körper. Zeitschr. f. Math. u. Physik 62 (1914), S. 113 – 148.

Pfeiffer, Friedrich [1914b]: Über Rollbewegung starrer Körper. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 23 (1914), S. 375 – 385.

Pier, Jean-Paul (Hrsg.) [1994]: Development of mathematics 1900 – 1950. Birkhäuser, Basel u. a. 1994.

Pier, Jean-Paul (Hrsg.) [2000]: Development of mathematics 1950 – 2000. Birkhäuser, Basel u. a. 2000.

Planck, Max [1958]: Theoretische Physik. In: Planck, Max: Physikalische Abhandlungen und Vorträge. Aus Anlaß seines 100. Geburtstages (23. April 1958) hrsg. von dem Verband Dt. Phys. Gesellschaften und der Max-Planck-Ges. zur Förderung der Wissenschaften e. V., Bd. 3. Vieweg, Braunschweig 1958, S. 209 – 218.

Poggendorf, Johann Christian (Begr.) [1863]: Biographisch-literarisches Handwörterbuch der exakten Naturwissenschaften. Bde 1 – 4, Barth Leipzig 1863 – 1904; Bde. 5 – 6, Verlag Chemie Leipzig, Berlin 1925 – 1939, Bde. 7a – 8, Teil 1, Lieferung 6, Akademie Verlag Berlin 1956 – 1995, Bd. 8, Teil 1, Lieferung 7/8 – Bd. 8, Teil 3, Wiley VCH Berlin 1998 – 2004.

Poincaré, Henri [1897]: La méthode de Neumann et le problème de Dirichlet. Acta mathematica 20 (1897), S. 59 – 142.

Pose, Heinz [1929]: Experimentelle Untersuchungen über die Diffusion langsamer Elektronen in Edelgasen. Zeitschr. f. Physik 52 (1929), S. 428 – 447.

Pose, Heinz [1930a]: Messungen von Atomtrümmern aus Aluminium, Beryllium, Eisen und Kohlenstoff nach der Rückwärtsmethode. Zeitschr. f. Physik 60 (1930), S. 156 – 167.

Pose, Heinz [1930b]: Über die diskreten Reichweitengruppen der H-Teilchen aus Aluminium. 1: Abhängigkeit der Ausbeute und Energie der H-Teilchen von der Primärenergie. Zeitschr. f. Physik 64 (1930), S. 1 – 21; 2: Abhängigkeit von Ausbeute und Energie der H-Teilchen vom Winkel zwischen Primär- und Sekundärstrahl. Ebenda, 67 (1931), S. 194 – 206.

Pose, Heinz [1931]: Zur Methodik der Atomzertrümmerung. Physikal. Zeitschr. 32 (1931), S. 584.

Pose, Heinz [1933]: Verhalten von Alpha-Strahlen beim Durchgang durch Materie. In: Eucken, Arnold; Wolf, Karl Lothar (Hrsg.): Hand- und Jahrbuch der chemischen Physik. Bd. 6: Elektrizität und Materie, Abschn. 3: Positive Korpuskularstrahlen. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1933, S. 1 – 160.

Pose, Heinz [1935]: Zahl und Reichweite der durch α-Strahlen aus Aluminium und Stickstoff ausgelösten Kernprotonen. Zeitschr. f. Physik 95 (1935), S. 84 – 92.

Pose, Heinz [1936]: Messung einzelner Korpuskularstrahlen bei Anwesenheit intensiver γ-Strahlen. Zeitschr. f. Physik 102 (1936), S. 379 – 407.

Pose, Heinz [1940]: Gerhard Hoffmann 60 Jahre. Die Naturwissenschaften 28 (1940), S. 513 – 514.

Pose, Heinz [1943]: Spontane Neutronenemission von Uran und Thorium. Zeitschr. f. Physik 121 (1943), S. 293 – 297.

Pose, Heinz; Diebner, Kurt [1934]: Streuung von α-Teilchen an H-Kernen. Zeitschr. f. Physik 90 (1934), S. 773 – 778.

Prange, Georg [1921]: W. R. Hamiltons Bedeutung für die geometrische Optik. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 30 (1921), S. 69 – 82 [Habilitationsrede].

Prange, Georg [1923]: W. R. Hamiltons Arbeiten zur Strahlenoptik und analytischen Mechanik. Ihre Einordnung in die Entwicklung dieser Zweige mathematischer Forschung an Hand einer historisch-kritischen Darstellung. Nova Acta der Ksl. Leop.-Carol. Dt. Akad. der Naturforscher 107 (1923), H. 1, S. 1 – 35.

Prokoph, Werner [1985]: Der Lehrkörper der Universität Halle-Wittenberg zwischen 1917 und 1945. Beitrag zur Universitätsgeschichte und Soziologie der bürgerlichen wissenschaftlichen Intelligenz. Halle/Saale 1985 (Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Wissenschaftliche Beiträge 1985/10 = Reihe T: Beiträge zur Universitätsgeschichte, 56).

[Prüfungsordnung 1898]: Ordnung der Prüfung für das Lehramt an höheren Schulen. Vom 12. September 1898. Centralblatt f. die gesammte Unterrichts-Verwaltung in Preußen, Berlin 1898, S. 688 – 713.

[Prüfungsordnung 1917]: Ordnung der Prüfung für das Lehramt an höheren Schulen in Preußen. Zentralblatt f. die gesamte Unterrichtsverwaltung in Preußen, Berlin 1917, S. 613 – 647.

Purkert, Walter [2004]: Kontinuumproblem und Wohlordnung – die spektakulären Ereignisse auf dem Internationalen Mathematikerkongreß 1904 in Heidelberg. In: Seising, Rudolf; Folkerts, Menso; Hashagen, Ulf (Hrsg.): Form, Zahl, Ordnung. Studien zur Wissenschafts- und Technikgeschichte.

Festschrift für Ivo Schneider zum 65. Geburtstag. Steiner, Wiesbaden 2004, S. 223 – 241 (Boethius, 48).

Purkert, Walter; Ilgauds, Hans Joachim [1987]: Georg Cantor 1845 – 1918. Birkhäuser, Basel 1987.

Reich, Karin [1994]: Die Entwicklung des Tensorkalküls. Vom absoluten Differentialkalkül zur Relativitätstheorie. Birkhäuser, Basel u. a. 1994 (Science networks. Historical studies, 11) [Zugl. teilw. Habilitationsschrift, München, 1979].

Remmert, Volker R. [2000]: Gustav Doetsch (1892 – 1977) in Halle, Stuttgart und Freiburg. Reports on Didactics and History of Mathematics 13 (2000), Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Fachbereich Mathematik und Informatik, Halle 2000.

Renn, Jürgen (Hrsg.) [2007]: The genesis of general relativity. 4 Bde., Springer, Dordrecht 2007 (Boston studies in the philosophy of science, 250).

Rexer, Ernst [1931a]: Diffusion von Natrium in Steinsalz. Physikal. Zeitschr. 32 (1931), S. 215 – 216.

Rexer, Ernst [1931b]: Additive Verfärbung von Alkalihalogenidkristallen. 1: Makroskopische Diffusionsbefunde. Zeitschr. f. Physik 70 (1931), S. 159 – 187; 2: Ultramikroskopische Diffusionsbefunde. Ebenda, 76 (1932), S. 735 – 755; 3: Spektralphotometrische Ergebnisse. Ebenda, 86 (1933), S. 1 – 13.

Rexer, Ernst [1937a]: Untersuchungen am langwelligen Ausläufer der ultravioletten Eigenabsorption von Alkali-Halogenid-Kristallen. Zeitschr. f. Physik 106 (1937), S. 70 – 92 [teilw. Habilitationsschrift].

Rexer, Ernst [1937b]: Wärmebehandlung und Diffusion in Salzkristallen. Zeitschr. f. Physik 106 (1937), S. 93 – 101 [Auch Anhang zur Habilitationsschrift].

Rexer, Ernst [1938]: Apparate zur Bestimmung der Zerreißfestigkeit. Glastechn. Berichte 16 (1938), S. 263 – 266.

Rexer, Ernst [1939a]: Struktur der Bruchflächen und Bruchvorgang der Gläser. Glastechn. Berichte 17 (1939), S. 207 – 215.

Rexer, Ernst [1939b]: Festigkeit gespannter «Glasstäbe». Zeitschr. f. techn. Physik 20 (1939), S. 4 – 13.

Römer, Christof [1991]: Geschichte. In: Heckmann, Hermann (Hrsg.): Sachsen-Anhalt. Historische Landeskunde Mitteldeutschlands. 3. Aufl., Weidlich, Würzburg 1991.

Roloff, Max [1898]: Ueber Lichtwirkungen. 1. Physikalische Lichtwirkungen. Zeitschr. f. physikal. Chemie 26 (1898), S. 337 – 361.

Roloff, Max [1899]: Der Einfluss des Lichtes auf allotrope Umwandlungen. Archiv f. wissenschaftliche Photographie 1 (1899), S. 77 – 89.

Roloff, Max [1902]: Die Theorie der elektrolytischen Dissociation. Zeitschr. f. angew. Chemie 15 (1902), S. 525 – 537, 561 – 567, 585 – 600 [auch als Separatdruck erschienen, Springer, Berlin 1902].

Roloff, Max [1907]: Grundriss der physikalischen Chemie. Thieme, Leipzig 1907.

Roloff, Max; Berkitz, Paul [1904]: Leitfaden für das elektrotechnische und elektrochemische Seminar. Für Studierende der Elektrotechnik, Physik, Mathematik, physikalische und Elektrochemie, Maschinenbaukunde, sowie für die in der Praxis stehenden Ingenieure und Chemiker. Enke, Stuttgart 1904.

Rosenthal, Artur [1932]: Victor Eberhard. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 41 (1932), S. 40 – 49.

Rowe, David [2001]: Einstein meets Hilbert: At the crossroads of physics and mathematics. Physics in Perspective 3 (2001), S. 379 – 424.

Rumpf, Hans [1959]: Zur Entwicklungsgeschichte der Physik der Brucherscheinungen. A. Smekal zum Gedächtnis. Chemie – Ingenieur – Technik. Zeitschrift für technische Chemie, Verfahrenstechnik und Apparatewesen 31 (1959), S. 697 – 705.

Salmon, George; Fiedler, Wilhelm [1880]: Analytische Geometrie des Raumes, Theil 2: Analytische Geometrie der Curven im Raume, der Strahlensysteme und der algebraischen Flächen. 3. Aufl. Teubner, Leipzig 1880.

Schappacher, Norbert [2007]: A historical sketch of B. L. van der Waerden's work on algebraic geometry 1926 – 1946. In: Gray, Jeremy J.; Parshall, Karen Hunger (Hrsg.): Episodes in the history of modern algebra (1800 – 1950). American Mathematical Society, Providence, RI 2007 (History of mathematics, 32), S. 245 – 284.

Schellbach, Artur [1993]: Die Region in der Zeit der NS-Diktatur. In: Biegel, Gerd (Hrsg.) Sachsen-Anhalt. 1200 Jahre Geschichte – Renaissance eines Kulturraumes. Braunschweigisches Landesmuseum, Braunschweig 1993 (Veröffentlichungen des Braunschweigischen Landesmuseums, 69), S. 213 – 229.

Schenk, Günter; Meÿer, Regina [2002]: Georg Cantor, Heinrich Behmann und Edmund Husserl. Schenk, Halle 2002 (Schenk, Günter; Meÿer, Regina (Hrsg.): Philosophisches Denken in Halle. Personen und Texte, Abt. 3: Philosophen des 20. Jahrhunderts, Bd. 2: Beförderer der Logik, Teil 1).

Schenk, Wolfgang [1995]: Stammler, Gerhard. In: Bautz, Friedrich Wilhelm (Begr.); Bautz, Traugott (Hrsg.): Biographisch-Bibliographisches Kirchenlexikon. Bd. X. Bautz, Herzberg 1995, Sp. 1144 – 1148.

Schlote, Karl-Heinz [2004]: Zu den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik an der Universität Leipzig in der Zeit von 1830 bis 1904/05, Hirzel, Stuttgart u. a. 2004 (Abh. der Sächs. Akad. der Wiss. zu Leipzig, Math.-nat. Kl. 63, H. 1).

Schlote, Karl-Heinz [2008]: Von geordneten Mengen bis zur Uranmaschine. Zu den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik an der Universität Leipzig in der Zeit von 1905 bis 1945. Deutsch, Frankfurt am Main 2008 (Studien zur Entwicklung der Mathematik und Physik in ihren Wechselwirkungen).

Schlote, Karl-Heinz [o. J.]: Die Mühen der Ebene – Die Etablierung der angewandten Mathematik an der Universität Halle-Wittenberg am Beginn des 20. Jahrhunderts. Manuskript.

Schlote, Karl-Heinz; Schneider, Martina [2009]: Von Schweiggers erstem Galvanometer bis zu Cantors Mengenlehre. Zu den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik an der Universität Halle-Wittenberg in der Zeit von 1817 bis 1890. Deutsch, Frankfurt am Main 2009 (Studien zur Entwicklung der Mathematik und Physik in ihren Wechselwirkungen).

Schmidt, Karl E. F. [1890]: Die Einwirkung des Blitzschlages auf verschiedene Baumarten. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 63 (1890), S. 313 – 316.

Schmidt, Karl E. F. [1892a]: Analogie zwischen der Bewegung von Flüssigkeiten und elektrischen Strömen. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 64 (1892), S. 409 – 422.

Schmidt, Karl E. F. [1892b]: Die Dimension des Potentials. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 65 (1892), S. 417 – 419.

Schmidt, Karl E. F. [1893a]: Mittheilungen über Blitzschläge und Gewitterbewegungen. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 66 (1893), S. 183 – 190.

Schmidt, Karl E. F. [1893b]: Die Bedeutung der Faradayschen Kraftlinien für die Einführung in die Lehre von der Elektricität. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 66 (1893), S. 301 – 320.

Schmidt, Karl E. F. [1893c]: Polarisationserscheinungen im reflectirten Licht. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 66 (1893), S. 394 – 395.

Schmidt, Karl E. F. [1893d]: Beziehungen zwischen Blitzspur und Saftstrom bei Bäumen. Abh. der Naturforschenden Ges. zu Halle 19 (1893 – 1895), S. 83 – 86.

Schmidt, Karl E. F. [1893e]: Heinrich Hertz. Nachruf. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 66 (1893), S. 370 – 381.

Schmidt, Karl E. F. [1894a]: Ueber die elliptische Polarisation im reflectirten Lichte. Theil 1: Die Einwirkung fremder Oberflächenschichten. Annalen der Physik, [3. Folge,] 51 (1894), S. 417 – 440; Theil 2: Der Verlauf der Erscheinung bei Glasspiegeln. Ebenda, 52 (1894), S. 75 – 92.

Schmidt, Karl E. F. [1894b]: Erwiderung auf die Notiz des Hrn. Drude: Ueber die elliptische Polarisation. Annalen der Physik, [3. Folge,] 53 (1894), S. 769 – 771.

Schmidt, Karl E. F. [1894c]: Die Elektrochemie und ihre Bedeutung für die Technik. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 67 (1894), S. 438 – 446.

Schmidt, Karl E. F. [1894d]: August Kundt. Nachruf. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 67 (1894), S. 84 – 90.

Schmidt, Karl E. F. [1894e]: Zur Erinnerung an Hermann von Helmholtz. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 67 (1894), S. 321 – 332.

Schmidt, Karl E. F. [1895]: Moderne Anschauungen über die Kräfte der Elektrizität. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 68 (1895), S. 115 – 125.

Schmidt, Karl E. F. [1896a]: Die Röntgen-Strahlen. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 69 (1896), S. 61 – 76.

Schmidt, Karl E. F. [1896b]: Über die Ablenkung der Kathodenstrahlen durch elektrische Schwingungen. Mitteilung 1. Abh. der Naturforschenden Ges. zu Halle, 21 (1896 – 1898), S. 161 – 169; Mitteilung 2: Grundgesetz für die Ablenkung der Strahlen. Ebenda, S. 171 – 191; Mitteilung 3. Ebenda, S. 227 – 231.

Schmidt, Karl E. F. [1902]: Frequenzbestimmung langsamer elektrischer Schwingungen. Annalen der Physik, 4. Folge, 7 (1902), S. 225 – 230.

Schmidt, Karl E. F. [1903a]: Untersuchungen an der Tesla-Maschine und an Tesla-Kreisen, Teil 1. Abh. der Naturforschenden Ges. zu Halle 25 (1903 – 1906), S. 39 – 64.

Schmidt, Karl E. F. [1903b]: Elektrische Eigenresonanz, Teil 1. Abh. der Naturforschenden Ges. zu Halle 25 (1903 – 1906), S. 65 – 88.

Schmidt, Karl E. F. [1903c]: Wechselstromwiderstand von Drahtspulen. Vorläufige Mitteilung. Abh. der Naturforschenden Ges. zu Halle 25 (1903 – 1906), S. 117 – 122.

Schmidt, Karl E. F. [1903d]: Messapparate für schnelle elektrische Schwingungen und ihre Verwendung in der drahtlosen Telegraphie. Vorläufige Mitteilung. Abh. der Naturforschenden Ges. zu Halle 25 (1903 – 1906), S. 123 – 131. [unter Mitarbeit von E. Everling u. G. Jenrich]

Schmidt, Karl E. F. [1904]: Resonanz elektrischer Schwingungen. 1: Elektrische Eigenresonanz. Annalen der Physik, 4. Folge, 14 (1904), S. 22 – 50.

Schmidt, Karl E. F. [1906a]: Beiträge zur Kenntnis des Barretters. Physikal. Zeitschr. 7 (1906), S. 642 – 644.

Schmidt, Karl E. F. [1906b]: Beiträge zu Marconis Versuchen der gerichteten drahtlosen Telegraphie. Physikal. Zeitschr. 7 (1906), S. 661 – 663.

Schmidt, Karl E. F. [1907a]: Versuche über gerichtete drahtlose Telegraphie. Physikal. Zeitschr. 8 (1907), S. 5 – 10.

Schmidt, Karl E. F. [1907b]: Störungen in einem geerdeten Empfangssystem für drahtlose Telegraphie mit doppelter täglicher Periode. Physikal. Zeitschr. 8 (1907), S. 133 – 136.

Schmidt, Karl E. F. [1907c]: Studien zum Barretter. Physikal. Zeitschr. 8 (1907), S. 601 – 606.

Schmidt, Karl E. F. [1907d]: Dämpfung in Sende- und Empfangssystemen für drahtlose Telegraphie. Physikal. Zeitschr. 8 (1907), S. 619 – 624.

Schmidt, Karl E. F. [1908a]: Über die Messung der Dämpfung in elektrischen Schwingungskreisen. Annalen der Physik, 4. Folge, 26 (1908), S. 622 – 624.

Schmidt, Karl E. F. [1908b]: Über den Einfluß der Höhe von Sende- und Empfangsantenne auf die Strahlungswirkung elektrischer Wellen. Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie 1 (1908), S. 483 – 487.

Schmidt, Karl E. F. [1909a]: Strahlengang und magnetische Ablenkung der an scharfen Kanten hervorgerufenen Sekundärstrahlung des Radiums. Vorläufige Mitteilung. Vorgetragen in der Sitzung der Naturforschenden Ges. zu Halle (a. S.) am 11. Mai 1909. Selbstverlag der Gesellschaft, Halle 1909.

Schmidt, Karl E. F. [1909b]: Über die Grenze der Leistungsfähigkeit der Thermoelemente. Physikal. Zeitschr. 10 (1909), S. 438 – 439.

Schmidt, Karl E. F. [1913]: Quantitative Messungen der Energie elektrischer Wellen bei sehr grossen Entfernungen zwischen Sender und Empfänger. Mitteilungen der Naturforschenden Ges. zu Halle 2 (1913), S. 9 – 11.

Schmidt, Karl E. F. [1914]: Gang der Sekundärstrahlung des Radiums in Metallen. Mitteilungen der Naturforschenden Ges. zu Halle 3 (1914), S. 1 – 5.

Schmidt, Karl E. F. [1915]: Über Gleichgewichtsstörungen der Luftelektrizität. In: Bergwitz 1915, S. 127 – 130.

Schmidt, Karl E. F. [1916]: Beugung der Röntgenstrahlen in Metallen. Mitteilung 1. Physikal. Zeitschr. 17 (1916), S. 554 – 556.

Schmutzer, Ernst [1989]: Relativitätstheorie – aktuell. Ein Beitrag zur Einheit der Physik. 4., korrigierte u. ergänzte Aufl. Teubner, Leipzig 1989 (Mathematisch-naturwissenschaftliche Bibliothek, 68).

Schnehen, Wilhelm von [1915]: Zur Rechtfertigung der mechanistischen Physik und der Atomtheorie. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 85 (1915), S. 403 – 429.

Schoeps, Karl [1899]: Bolometrische Untersuchungen über die erwärmende Wirkung der Röntgenstrahlen. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 72 (1899), S. 145 – 196.

Schönbeck, Jürgen [1986]: Hermann Wiener (1857 – 1939), der Begründer der Spiegelungsgeometrie. Jahrbuch Überblicke Mathematik 1986, S. 81 – 104.

Schönfelder, Günther [2005]: Sachsen-Anhalt – eine landeskundliche Skizze. Atlas zur Geschichte und Landeskunde von Sachsen. Beiheft zur Karte A 2.3: Satellitenbild Sachsen-Anhalt. Verlag der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig und Landesvermessungsamt Sachsen, Leipzig u. a. 2005.

Schoenflies, Arthur [1922]: Zur Erinnerung an Georg Cantor. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 31 (1922), S. 97 – 106.

Scholz, Erhard [2001]: Weyls Infinitesimalgeometrie, 1917 – 1925. In: Scholz, Erhard (Hrsg.): Hermann Weyl's Raum-Zeit-Materie and a general introduction to his scientific work. Birkhäuser, Basel u. a. 2001 (DMV Seminar, 30), S. 48 – 104.

Schouten, Jan [1918]: Die direkte Analysis zur neueren Relativitätstheorie. Müller, Amsterdam 1918 (Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, Afdeeling Natuurkunde, Sectie 1, Deel 12, Nr. 6).

Schulze, Erwin [1928]: Tabellarische Übersicht der 32 Symmetrieklassen der Krystalle. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 88 (1928), S. 149 – 161.

Seifert, Herbert; Threlfall, William [1934]: Lehrbuch der Topologie. Teubner, Leipzig, Berlin 1934.

Seifert, Herbert; Threlfall, William [1938]: Variationsrechnung im Großen (Theorie von Marston Morse). Teubner, Leipzig u. a. 1938 (Hamburger mathematische Einzelschriften, 24).

Sinai, Yakov Grigor'evič [2006]: Mathematicians and physicists = cats and dogs? Bulletin of the American Mathematical Society, N. Ser. 43 (2006), S. 563 – 565.

Slater, John Clarke [1938]: Electrodynamics of ponderable bodies. Journal of the Franklin Institute 225 (1938), S. 277 – 287.

Smekal, Adolf [1909]: Allgemeine Grundlagen der Quantenstatistik und Quantentheorie. In: Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen. Bd. 5: Physik. Redigiert von Arnold Sommerfeld, Teil 3. Teubner, Leipzig 1909 – 1926, S. 861 – 1214.

Smekal, Adolf [1929a]: Kristalleigenschaften und Kristallisationsbedingungen. Zeitschr. f. Physik 55 (1929), S. 289 – 303.

Smekal, Adolf [1929b]: Zur Feldstärkenabhängigkeit der Ionenleitung in Salzkristallen. Zeitschr. f. Physik 56 (1929), S. 579 – 596.

Smekal, Adolf [1929c]: Zum Temperaturgesetz der Ionenleitfähigkeit fester Bleihalogenide. Zeitschr. f. Physik 58 (1929), S. 322 – 332.

Smekal, Adolf [1930]: Feldstärkenabhängigkeit von Gegenspannungen und wahrem Leitvermögen in Ionenkristallen. (Nach Versuchen von O. Beran und F. Quittner). Physikal. Zeitschr. 31 (1930), S. 809 – 811.

Smekal, Adolf [1932]: Zur Photochemie der Kristallbaufehler. Physikal. Zeitschr. 33 (1932), S. 204 – 206.

Smekal, Adolf [1933]: Strukturempfindliche Eigenschaften der Kristalle. In: Smekal, Adolf (Red.): Aufbau der zusammenhängenden Materie. Springer, Berlin 1933, S. 289 – 303 (Geiger, Hans; Scheel, Karl (Hrsg.): Handbuch der Physik, 2. Aufl. Bd. 24, 2).

Smekal, Adolf [1934]: Das Werkstoffproblem vom Standpunkt des Physikers. Zeitschr. f. techn. Physik 15 (1934), S. 405 – 413.

Smekal, Adolf [1935]: Bildung von Gegenspannungen in festen Ionenleitern. Zeitschr. f. techn. Physik 16 (1935), S. 348 – 355.

Smekal, Adolf [1936a]: Zum Mechanismus der Elektrizitätsleitung fester Ionenleiter. Physikal. Zeitschr. 37 (1936), S. 150 – 153.

Smekal, Adolf [1936b]: Absorptionsbanden und Energiebänder von Alkalihalogenid-Kristallen. Zeitschr. f. Physik 101 (1936), S. 661 – 679.

Smekal, Adolf [1936c]: Zur Theorie der Absorptionsspektren von Isolatorkristallen. Physikal. Zeitschr. 37 (1936), S. 554 – 556.

Smekal, Adolf [1936d]: Bruchtheorie spröder Körper. Zeitschr. f. Physik 103 (1936), S. 495 – 525.

Smekal, Adolf [1936e]: Die Festigkeitseigenschaften spröder Körper. Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften 15 (1936), S. 106 – 188.

Smekal, Adolf [1936f]: Elektrophysik der Festkörper. 1. A: Allgemeines. Feste Ionenleiter. Physik in regelmäßigen Berichten 4 (1936), S. 17 – 33; 1. B: Nichtmetallische Elektronenleiter. Ebenda, S. 173 – 192; 1. C: Metallische Elektronenleiter. Ebenda, S. 193 – 204; 2. A: Allgemeines. Feste Ionenleiter. Ebenda, 8 (1940), S. 127 – 148.

Smekal, Adolf [1937]: Grundvorgänge der Hartzerkleinerung. Zeitschr. des Vereins Dt. Ingenieure 81 (1937), S. 1321 – 1326.

Smekal, Adolf [1938a]: Über die mechanischen Eigenschaften dünner Glasfäden. Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, 5 (1938), S. 512 – 514.

Smekal, Adolf [1938b]: Über die Molekularvorgänge an der Elastizitätsgrenze. Physikal. Zeitschr. 39 (1938), S. 228 – 230.

Smekal, Adolf [1939a]: Bemerkung zur Veröffentlichung von E. Rexer: «Struktur der Bruchflächen und Bruchvorgang der Gläser». Glastechn. Berichte 17 (1939), S. 250 – 251.

Smekal, Adolf [1939b]: Über die Festigkeitseigenschaften von Quarzglas. Zeitschr. f. Physik 114 (1939), S. 448 – 454.

Smekal, Adolf [1940a]: Über mechanische und optische «Erregung» von Farbzentren. Zeitschr. f. Physik 116 (1940), S. 525 – 546.

Smekal, Adolf [1940b]: Ultraschalldispersion und Bruchgeschwindigkeit. Physikal. Zeitschr. 41 (1940), S. 475 – 480.

Smekal, Adolf [1942a]: Ritzvorgang und molekulare Festigkeit. Die Naturwissenschaften 30 (1942), S. 224 – 225.

Smekal, Adolf [1942b]: Über den Molekularbau des Glaszustandes. Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, 11 (1942), S. 511 – 512.

Smekal, Adolf [1942c]: Molekulare Festigkeit und technische Festigkeit. Nova Acta Leopoldina, Neue Folge, 11 (1942), S. 527 – 533.

Stäckel, Paul [1891a]: Ueber die Integration der Hamilton-Jacobi'schen Differentialgleichung mittelst Separation der Variabeln. Halle 1891 [Habilitationsschrift].

Stäckel, Paul [1891b]: Ueber die Differentialgleichungen der Dynamik und den Begriff der analytischen Aequivalenz dynamischer Probleme. Journal f. die reine u. angew. Math. 107 (1891), S. 319 – 348.

Stäckel, Paul [1892]: Ueber bedingte Biegungen krummer Flächen. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 1. 1890/91 (1892), S. 70.

Stäckel, Paul [1893a]: Ueber die Reduction eines Problems der Dynamik auf hyperelliptische Integrale. Math. Annalen 41 (1893), S. 571 – 580.

Stäckel, Paul [1893b]: Ueber die Bewegung eines Punktes in einer n-fachen Mannigfaltigkeit. Math. Annalen 42 (1893), S. 537 – 563.

Stäckel, Paul [1893c]: Zur Theorie des Gauss'schen Krümmungsmasses. Ber. über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl., 45 (1893), S. 163 – 169.

Stäckel, Paul [1893d]: Ueber dynamische Probleme, deren Differentialgleichungen eine infinitesimale Transformation gestatten. Ber. über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl., 45 (1893), S. 331 – 340.

Stäckel, Paul [1893e]: Bemerkungen zur Geschichte der geodätischen Linien. Ber. über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl., 45 (1893), S. 444 – 467.

Stäckel, Paul [1894a]: Ueber Biegungen von n-fach ausgedehnten Mannigfaltigkeiten. Journal f. die reine u. angew. Math. 113 (1894), S. 102 – 114.

Stäckel, Paul [1894b]: Ueber die Bewegung eines materiellen Punktes auf einer rauhen Oberfläche. Ber. über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl., 46 (1894), S. 197 – 214.

Stäckel, Paul (Hrsg.) [1894c]: Abhandlungen über Variationsrechnung, Th. 1: Abhandlungen von Joh. Bernoulli (1696), Jac. Bernoulli (1697) und Leonhard Euler (1744). Engelmann, Leipzig 1894 (Ostwald's Klassiker der exakten

Wissenschaften, 46); Th. 2: Abhandlungen von Lagrange (1762, 1770). Ebenda 1894 (∼, 47).

Stäckel, Paul [1895]: Ueber arithmetische Eigenschaften analytischer Functionen. Math. Annalen 46 (1895), S. 513 – 520.

Stäckel, Paul [1896]: Ueber Goldbachs empirisches Theorem: Jede grade Zahl kann als Summe von zwei Primzahlen dargestellt werden. Nachr. von der Königl. Ges. der Wiss. zu Göttingen, Math.-phys. Kl., 1896, S. 292 – 299.

Stäckel, Paul [1901]: Elementare Dynamik der Punktsysteme und starren Körper. In: Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen. Bd. 4. Mechanik. Redigiert von Felix Klein u. Conr. Müller, Teilbd. 1, Teubner, Leipzig 1901 – 1908, S. 435 – 684.

Stäckel, Paul [1908]: Mathematische Methoden zur Untersuchung mechanischer Probleme. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 17 (1908), S. 363 – 376.

Stickers, J. [1915]: Der Begriff der physikalischen Energie. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 85 (1915), S. 267 – 284.

Thiel, Christian [1988]: Pascal's Regeln und die Definitionstheorie des 20. Jahrhunderts. In: Hinke-Dörnemann, Ulrike (Hrsg.): Die Philosophie in der modernen Welt. Gedenkschrift für Prof. Dr. med. Dr. phil. Alwin Diemer, 16. April 1920 – 25. Dezember 1986. Bd. 1. Lang, Frankfurt am Main 1988, S. 319 – 336.

Thiele, Rüdiger [2005]: Hilbert and his twenty-four problems. In: Brummelen, Glen van; Kinyon, Michael (Hrsg.): Mathematics and the historian's craft. The Kenneth O. May Lectures. Springer, New York u. a. 2005, S. 243 – 296.

Thirring, Hans [1921]: Ziele und Methoden der theoretischen Physik. Die Naturwissenschaften 9 (1921), S. 1023 – 1028.

Threlfall, William [1936]: Quelques résultats récents de la topologie de variétés. Enseignement mathématique 35 (1936). S. 242 – 255; Nachtrag. Ebenda, 36 (1937), S. 48.

Timm, Albrecht [1960]: Die Universität Halle-Wittenberg. Herrschaft und Wissenschaft im Spiegel ihrer Geschichte. Weidlich, Frankfurt am Main 1960.

Timm, Albrecht; Heckmann, Hermann [1977]: Halle – so wie es war. Droste, Düsseldorf 1977.

Titze, Hartmut [1987]: Datenhandbuch zur deutschen Bildungsgeschichte. Bd. 1; Hochschulen, Teil 1: Das Hochschulstudium in Preußen und Deutschland 1820 – 1944. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1987.

Titze, Hartmut [1995]: Datenhandbuch zur deutschen Bildungsgeschichte. Bd. 1: Hochschulen, Teil 2: Wachstum und Differenzierung der deutschen Universitäten 1830 – 1945. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1995.

Tobies, Renate [1988]: Felix Klein und die Anwendungen der Mathematik. Wiss. Zeitschr. Friedrich-Schiller-Univ. Jena, Naturwiss. Reihe, 37 (1988), S. 258 – 270.

Toepell, Michael-Markus [1986]: Über die Entstehung von David Hilberts «Grundlagen der Geometrie». Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1986 (Studien zur Wissenschafts-, Sozial- und Bildungsgeschichte der Mathematik, 2) [Dissertation].

Tornier, Erhard [1929]: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Zahlentheorie. Mitteilung 1. Journal f. die reine u. angew. Math. 160 (1929), S. 177 – 198.

Tornier, Erhard [1930]: Die Axiome der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Journal f. die reine u. angew. Math. 163 (1930), S. 45 – 64.

Tullner, Mathias [2001]: Geschichte des Landes Sachsen-Anhalt. 3., überarb. und erw. Aufl., Leske + Budrich, Opladen 2001.

Tullner, Mathias; Lübeck, Wilfried (Hrsg.) [2001]: Erhard Hübener – Mitteldeutschland und Sachsen-Anhalt. Schriften, Reden, Dokumente des Landeshauptmanns und Ministerpräsidenten. Mitteldeutscher Verlag, Halle 2001.

Valentiner, Siegfried [1904a]: Über die Abhängigkeit des Verhältnisses c_p/c_v der spezifischen Wärmen des Stickstoffs vom Druck bei der Temperatur der flüssigen Luft. Sitzungsber. der Königl. Bayr. Akad. der Wiss., Math.-phys. Kl., 33. 1903 (1904), S. 691 – 741.

Valentiner, Siegfried [1904b]: Über den maximalen Wirkungsgrad umkehrbarer Kreisprozesse. Annalen der Physik, 4. Folge, 15 (1904), S. 829 – 835.

Valentiner, Siegfried [1907]: Vektoranalysis. Göschen, Berlin u. a. 1907 (Sammlung Göschen, 354).

Valentiner, Siegfried [1914a]: Die Grundlagen der Quantentheorie in elementarer Darstellung. Vieweg, Braunschweig 1914 (Sammlung Vieweg, 15).

Valentiner, Siegfried [1914b]: Anwendungen der Quantenhypothese in der kinetischen Theorie der festen Körper und der Gase. In elementarer Darstellung. Vieweg, Braunschweig 1914 (Sammlung Vieweg, 16).

Valentiner, Siegfried; Bestelmeyer, Adolf [1904]: Über die Dichte und die Abhängigkeit derselben vom Druck des Stickstoffs bei der Temperatur der flüssigen Luft. Sitzungsber. der Königl. Bayr. Akad. der Wiss., Math.-phys. Kl., 33. 1903 (1904), S. 743 – 755.

Voss, Waltraud [2006]: Ihre Freundschaft und Zusammenarbeit begannen an der TH Dresden: Herbert Seifert und William Threlfall. In: Hykšová, Magdalena; Reich, Ulrich (Hrsg.): Wanderschaft in der Mathematik. [7.] Tagung zur Geschichte der Mathematik in Rummelsberg bei Nürnberg (4.5. bis 8.5.2005). Rauner, Augsburg 2006 (Algorismus, 53), S. 228 – 236.

Walker, Mark [2005]: Eine Waffenschmiede? Kernwaffen- und Reaktorforschung am Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik. Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wiss., Berlin 2005 (Forschungsprogramm «Geschichte der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft im Nationalsozialismus», Ergebnisse, 26).

Wangerin, Albert (Hrsg.) [1889a]: Gauß, C. F.: Allgemeine Lehrsätze in Beziehung auf die im verkehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung wirkenden Anziehungs- und Abstoßungs-Kräfte. Engelmann, Leipzig 1889 (Ostwald's Klassiker der exacten Wissenschaften, 2).

Wangerin, Albert (Hrsg.) [1889b]: Gauß, C. F.: Allgemeine Flächentheorie. Engelmann, Leipzig 1889 (Ostwald's Klassiker der exacten Wissenschaften, 5).

Wangerin, Albert (Hrsg.) [1890]: Über die Anziehung homogener Ellipsoide: Abhandlungen von Laplace (1782), Ivory (1809), Gauß (1813), Chasles (1838) und Dirichlet (1839). Engelmann, Leipzig 1890 (Ostwald's Klassiker der exacten Wissenschaften, 19).

Wangerin, Albert [1892]: Ueber die Abwickelung von Rotationsflächen mit constantem negativen Krümmungsmass auf einander. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 1. 1890/91 (1892), S. 71 – 72.

Wangerin, Albert [1893]: Zur Theorie des Gauss'schen Krümmungsmasses. Zusatz zu der Arbeit von P. Stäckel. Ber. über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl., 45 (1893), S. 170 – 172.

Wangerin, Albert [1894a]: Über die Abwicklung von Flächen constanten Krümmungsmasses sowie einiger andrer Flächen aufeinander. In: Festschriften der vier Fakultäten zum 200 jährigen Jubiläum der Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg, den 3. August 1894. Halle 1894.

Wangerin, Albert (Hrsg.) [1894b]: Lambert, J. H.: Anmerkungen und Zusätze zur Entwerfung der Land- und Himmelscharten (1772). Engelmann, Leipzig 1894 (Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften, 54).

Wangerin, Albert (Hrsg.) [1894c]: Ueber Kartenprojektion. Abhandlungen von Lagrange (1779) und Gauß (1822). Engelmann, Leipzig 1894 (Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften, 55).

Wangerin, Albert (Hrsg.) [1894d]: Neumann, Franz: Vorlesungen über die Theorie der Capillarität. Teubner, Leipzig 1894 (Neumann, Franz: Vorlesungen über mathematische Physik. Hrsg. von seinen Schülern, 7).

Wangerin, Albert (Hrsg.) [1896]: F. E. Neumann: Theorie der doppelten Strahlenbrechung, abgeleitet aus den Gleichungen der Mechanik. Engelmann, Leipzig 1896 (Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften, 76).

Wangerin, Albert [1897]: F. E. Neumann. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 4. 1894/95 (1897), S. 54 – 68.

Wangerin, Albert [1901]: Beweis eines Satzes über Krümmungslinien. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 9 (1901), S. 114 – 115.

Wangerin, Albert [1904]: Theorie der Kugelfunktionen und der verwandten Funktionen insbesondere der Laméschen und Besselschen. In: Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen. Bd. 2: Analysis. Redigiert von H. Burkhardt, Teil 1, 2. Teubner, Leipzig 1904 – 1916, S. 695 – 759.

Wangerin, Albert [1907]: Franz Neumann und sein Wirken als Forscher und Lehrer. Vieweg, Braunschweig 1907 (Die Wissenschaft, 19).

Wangerin, Albert [1909a]: Optik. Ältere Theorie. In: Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen. Bd. 5: Physik. Redigiert von Arnold Sommerfeld, Teil 3. Teubner, Leipzig 1909 – 1926, S. 1 – 94.

Wangerin, Albert [1909b]: Theorie des Potentials und der Kugelfunktionen. Bd. 1. Göschen, Leipzig 1909 (Sammlung Schubert, 58); Bd. 2. De Gruyter, Berlin 1921 ($\sim$, 59).

Wangerin, Albert [1910]: Franz Neumann als Mathematiker. Physikal. Zeitschr. 11 (1910), S. 1066 – 1072.

Wangerin, Albert [1914a]: Einige neue Formeln über Kugelfunktionen. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 23 (1914), S. 385 – 389.

Wangerin, Albert [1914b]: Über die Ersetzung der Anziehung eines homogenen Ellipsoids durch die Anziehung der mit Masse belegten Oberfläche. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 23 (1914), S. 389 – 391.

Wangerin, Albert [1915]: Über das Potential gewisser Ovaloide. Nova Acta der Ksl. Leop.-Carol. Dt. Akad. der Naturforscher 100 (1915), S. 1 – 80.

Wangerin, Albert [1917]: Über das Potential gewisser Ovaloide. Abh. 2. Nova Acta der Ksl. Leop.-Carol. Dt. Akad. der Naturforscher 102 (1917), S. 363 – 431.

Wangerin, Albert [1920]: Über das Potential dreifach belegter Flächen. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 29 (1920), S. 174 – 185.

Weyl, Hermann [1918]: Reine Infinitesimalgeometrie. Math. Zeitschr. 2 (1918), S. 384 – 411.

Weyl, Hermann [1922]: Die Relativitätstheorie auf der Naturforscherversammlung in Bad Nauheim. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 31 (1922), S. 51 – 63.

Weyl, Hermann [1923]: Raum, Zeit, Materie. Vorlesungen über allgemeine Relativitätstheorie. 5. umgearb. Aufl., Springer, Berlin 1923.

Weyl, Hermann [1928]: Gruppentheorie und Quantenmechanik. Hirzel, Leipzig 1928 [2. umgearbeitete Aufl., ebenda 1931].

Weyl, Hermann [1931]: Geometrie und Physik. Die Naturwissenschaften 19 (1931), S. 49 – 58 [Rouse Ball Lecture, Cambridge 1930].

Weyl, Hermann [1949]: Relativity theory as a stimulus in mathematical research. Proceedings of the American Philos. Soc. 93 (1949), S. 535 – 541.

Wien, Wilhelm [1916]: Ziele und Methoden der theoretischen Physik. Jahrbuch der Radioaktivität u. Elektronik 12. 1915 (1916), S. 241 – 259.

Wiener, Hermann [1890a]: Die Zusammensetzung zweier endlichen Schraubungen zu einer einzigen. Ber. über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl., 42 (1890), S. 13 – 23.

Wiener, Hermann [1890b]: Zur Theorie der Umwendungen. Ber. über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl., 42 (1890), S. 71 – 87.

Wiener, Hermann [1890c]: Ueber geometrische Analysen. Ber. über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl., 42 (1890), S. 245 – 267.

Wiener, Hermann [1891a]: Ueber geometrische Analysen. Fortsetzung. Ber. über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl., 43 (1891), S. 424 – 447.

Wiener, Hermann [1891b]: Ueber die aus zwei Spiegelungen zusammengesetzten Verwandtschaften. Ber. über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl., 43 (1891), S. 644 – 673.

Wiener, Hermann [1892]: Ueber Grundlagen und Aufbau der Geometrie. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 1. 1890/91 (1892), S. 45 – 48.

Wiener, Hermann [1893a]: Ueber Gruppen vertauschbarer zweispiegeliger Verwandtschaften. Ber. über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl., 45 (1893), S. 555 – 598.

Wiener, Hermann [1893b]: Sechs Abhandlungen über das Rechnen mit Spiegelungen, nebst Anwendungen auf die Geometrie der Bewegungen und auf die projective Geometrie. Breitkopf & Härtel, Leipzig 1893 [enthält die Aufsätze Wiener 1890a, 1890b, 1890c, 1891a, 1891b, 1893a].

Wiener, Hermann [1894a]: Die geometrische Zusammensetzung zweier Sinusschwingungen. Zeitschr. f. Naturwissenschaften 67 (1894), S. 231 – 238.

Wiener, Hermann [1894b]: Weiteres über Grundlagen und Aufbau der Geometrie. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 3. 1892/93 (1894), S. 70 – 80.

Wigand, Albert [1907]: Über die Gültigkeit des Gesetzes von Dulong und Petit. Sitzungsber. der Ges. zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg, Jg. 1906 (1907), S. 185 – 187.

Wigand, Albert [1908]: Ueber die Abhängigkeit der spezifischen Wärme c_p der Gase vom Druck. Sitzungsber. der Ges. zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg, Jg. 1907 (1908), S. 24 – 33.

Wigand, Albert [1909]: Zur Kenntnis des flüssigen Schwefels. 1: Theoretisches und Experimentelles über die Gleichgewichtsisomerie des flüssigen Schwefels. Annalen der Physik, 4. Folge, 29 (1909), S. 1 – 31; 2: Die Wirkung des Lichtes auf das Gleichgewicht im flüssigen Schwefel. Ebenda, S. 32 – 38; 3: Die Schmelzwärme des monoklinen Schwefels. Ebenda, S. 39 – 52; 4: Die elektrische Leitfähigkeit. Ebenda, S. 53 – 64.

Wigand, Albert [1910]: Erdmagnetische und luftelektrische Störungen in Halle beim Durchgang des Halleyschen Kometen am 19. Mai 1910. Nach gemeinsam mit A. Lonius und B. Hesius angestellten Beobachtungen. Verhandl. der Dt. Physikal. Ges. 12 (1910), S. 511 – 530.

Wigand, Albert [1911a]: Die Löslichkeit des «unlöslichen» Schwefels. Zeitschr. f. physikal. Chemie 75 (1911), S. 235 – 244.

Wigand, Albert [1911b]: Die umkehrbare Lichtreaktion des Schwefels. Zeitschr. f. physikal. Chemie 77 (1911), S. 423 – 471; (Nachtrag) Ebenda, 78 (1912), S. 208.

Wigand, Albert [1913]: Das ultraviolette Ende des Sonnenspektrums in verschiedenen Höhen bis 9000 m. Physikal. Zeitschr. 14 (1913), S. 1144 – 1148 (Aerophysikalischer Forschungsfonds Halle, 3).

Wigand, Albert [1914a]: Physikalische Probleme für Hochfahrten im Freiballon. Mitteilungen der Naturforschenden Ges. zu Halle 3 (1914), S. 6 – 12.

Wigand, Albert [1914b]: Messungen der elektrischen Leitfähigkeit in der freien Atmosphäre bis 9000 m Höhe. Verhandl. der Dt. Physikal. Ges. 16 (1914), S. 232 – 239 (Aerophysikalischer Forschungsfonds Halle, 11).

Wigand, Albert [1917a]: Die Ionisierung der Erdatmosphäre durch den Halleyschen Kometen 1910, ein Beitrag zur Kenntnis des Ursprungs der durchdringenden Strahlung. Physikal. Zeitschr. 18 (1917), S. 1 – 6.

Wigand, Albert [1917b]: Beobachtungen der neutralen Polarisationspunkte aus größerer Höhe. Physikal. Zeitschr. 18 (1917), S. 237 – 240.

Wigand, Albert [1919a]: Aerophysikalische Forschungen mit dem Flugzeuge. Die Naturwissenschaften 7 (1919), S. 487 – 491.

Wigand, Albert [1919b]: Die vertikale Verteilung der Kondensationskerne in der freien Atmosphäre. Annalen der Physik, 4. Folge, 59 (1919), S. 689 – 742.

Wigand, Albert [1919c]: Eine Methode zur Messung der Sicht. Physikal. Zeitschr. 20 (1919), S. 151 – 160.

Wigand, Albert [1921a]: Die elektrische Leitfähigkeit in der freien Atmosphäre, nach Messungen bei Hochfahrten im Freiballon. Annalen der Physik, 4. Folge, 66 (1921), S. 81 – 109.

Wigand, Albert [1921b]: Messungen der Ionisation und Ionenbeweglichkeit bei Luftfahrten. Physikal. Zeitschr. 22 (1921), S. 36 – 46.

Wigand, Albert [1921c]: Der vertikale Leitungsstrom in der Atmosphäre und die Erhaltung des elektrostatischen Erdfeldes. Physikal. Zeitschr. 22 (1921), S. 623 – 625.

Wigand, Albert [1921d]: Methodik aerophysikalischer Flüge. I. Ein Flugzeug-Meteorograph. Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre 9 (1921), S. 137 – 147.

Wigand, Albert [1922]: Zur Theorie der Sichtmessung. Physikal. Zeitschr. 23 (1922), S. 277 – 288.

Wigand, Albert [1926]: Luftelektrische Untersuchungen bei Flugzeugaufstiegen. Fortschritte der Chemie, Physik und physikal. Chemie 18. 1924/26 (1926), S. 235 – 286.

Wigand, Albert; Lutze, Georg [1913]: Physikalische Untersuchungen im Freiballon, 1. Abh. der Naturforschenden Ges. zu Halle, Neue Folge, 2 (1913), S. 3 – 39 (Aerophysikalischer Forschungsfonds Halle, 1).

Wigand, Albert; Lutze, Georg [1914]: Bericht über eine wissenschaftliche Freiballonfahrt bis 9425 m Höhe. Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre 6 (1914), S. 173 – 186.

Wigand, Albert; Schwab, Friedrich [1912]: Über die Untersonne und den Sonnenhalo von 22° Radius, mit Messungen und photographischen Aufnahmen vom Ballon aus. Physikal. Zeitschr. 13 (1912), S. 677 – 684.

Wigand, Albert; Wienecke, Alfred (†) [1921]: Methodik aerophysikalischer Flüge, 2: Die Anbringung von Meteorographen im Flugzeuge. Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre 9 (1921), S. 148 – 162; 3: Temperaturmessungen im Flugzeuge. Ebenda, S. 163 – 175.

Wiltheiß, Eduard [1890]: Eine besondere Art von Covarianten bildender Operation. Math. Annalen 35 (1890), S. 433 – 450; Theil 2. Ebenda, 36 (1890) S. 134 – 153; Theil 3. Ebenda, 37 (1890), S. 229 – 272.

Wiltheiß, Eduard [1891]: Die partiellen Differentialgleichungen der Abel'schen Thetafunctionen dreier Argumente. Math. Annalen 38 (1891), S. 1 – 23.

Wiltheiß, Eduard [1892]: Ueber die Differentialgleichungen der hyperelliptischen Thetafunctionen. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 1. 1890/91 (1892), S. 72 – 75.

Winkler, E.; Kast, Wilhelm [1941]: Die Temperaturabhängigkeit der Strömungsdoppelbrechung des Benzols. Die Naturwissenschaften 29 (1941), S. 288.

Wirtinger, Wilhelm [1901]: Eduard Wiltheiss. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 9 (1901), S. 59 – 63.

Wolf, K.; Hennicke, H.; Smekal, Adolph [1939]: Vergleichende Mahlversuche an krystallinen und glasartigen Quarz. Kornverteilung und Kornformen. Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure. Beiheft Verfahrenstechnik 1939, S. 115 – 119.

Zöllich, H. [1932]: Karl E. F. Schmidt 70 Jahre. Zeitschrift f. tech. Physik 13 (1932), S. 393 – 395.

Zöllner, Walther [1994]: Die Universität Halle am Ende der Weimarer Demokratie und unter der NS-Diktatur unter besonderer Berücksichtigung der Geschichtswissenschaft. In: Berg, Gunnar; Hartwich, Hans-Hermann (Hrsg.): Matin-Luther-Universität. Von der Gründung bis zur Neugestaltung nach zwei Diktaturen. Leske + Budrich, Opladen 1994, S. 81 – 95.

Abbildungsverzeichnis

2.1 Melanchthonianum (Universitätsarchiv Halle) 14
2.2 Fleischmann (Universitätsarchiv Halle) 19

3.1 Stäckel (Universitätsarchiv Halle) 27
3.2 H. E. Graßmann (Archiv Leopoldina Halle) 36
3.3 F. Bernstein (Universitätsarchiv Göttingen, Sammlung Voit) . . . 45
3.4 Zeichensaal des Mathematischen Seminars (Universitätsbibliothek Leipzig) 51
3.5 Lesezimmer des Mathematischen Seminars (Universitätsbibliothek Leipzig) 52
3.6 Jung (Archiv Leopoldina Halle) 57
3.7 Prange (Archiv Leopoldina Halle) 61
3.8 E. R. Neumann (Archiv Leopoldina Halle) 69
3.9 Grell (Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach ID 1427) 77
3.10 Schrader (Universitätsarchiv Halle) 85

4.1 Physikalisches Institut (Universitätsarchiv Halle) 100
4.2 Berndt (Universitätsarchiv TU Dresden, Fotosammlung) 106
4.3 Mie (Archiv Leopoldina Halle) 116
4.4 G. Hertz (Universitätsarchiv Leipzig) 125
4.5 Hoffmann (Universitätsarchiv Halle) 133
4.6 Smekal (Archiv, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien (Bildarchiv, P-1561-B)) 144
4.7 Weigelt (Archiv Leopoldina Halle) 152
4.8 Kast (Universitätsarchiv Halle) 155

5.1 Hörsaal des Mathematischen Seminars (Universitätsbibliothek Leipzig) 165
5.2 Arbeitsplatz im Physikalischen Institut (1) (Universitätsarchiv Halle) 179

5.3 Brandt (Archiv Leopoldina Halle) 195

6.1 G. Cantor (Universitätsarchiv Halle) 201
6.2 Behmann (Universitätsarchiv Halle) 208
6.3 Titelblatt Potentialtheorie, Wangerin (Universitätsbibliothek Leipzig) 211
6.4 A. Gutzmer (Archiv Leopoldina Halle) 217
6.5 H. Wiener (Universitätsarchiv Halle) 221
6.6 Grammel (Archiv Leopoldina Halle) 229
6.7 Pfeiffer (Archiv Leopoldina Halle) 233
6.8 Doetsch (Universitätsarchiv Stuttgart) 238
6.9 Titelblatt algebraische Funktionen, Jung (Universitätsbibliothek Leipzig) 243
6.10 Hasse (Archiv Leopoldina Halle) 249
6.11 Baer (Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach ID 7474) . 251
6.12 Threlfall (Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach ID 4191) 256

7.1 Arbeitsplatz im Physikalischen Institut (2) (Universitätsarchiv Halle) 258
7.2 K. F. Schmidt (Universitätsarchiv Halle) 263
7.3 Dorn (Universitätsarchiv Halle) 271
7.4 Franck (Universitätsarchiv Göttingen, Sammlung Voit) 278
7.5 Hanle (Universität Gießen, Physikalisches Institut) 280
7.6 Messerschmidt (Universitätsarchiv Halle) 286
7.7 Pose (Universitätsarchiv TU Dresden, Fotosammlung) 290
7.8 Titelblatt flüssige Kristalle, Dorn (Universitätsbibliothek Leipzig) 294
7.9 Titelblatt Gravitationstheorie, Mie (Universitätsbibliothek Leipzig) 322

8.1 Knoblauch (Archiv Leopoldina Halle) 335

9.1 Wangerin (Universitätsarchiv Halle) 354
9.2 Herweg (Universitätsarchiv Halle) 363

Verzeichnis der Diagramme

5.1 Diagramm: Veranstaltungen zur mathematischen Physik in Halle (1890 – 1945), zeitlich und thematisch gegliedert . . 174
5.2 Diagramm: Zeitliche Entwicklung der Vorlesungstätigkeit zur theoretischen Physik in Halle (1890 – 1945) 186
5.3 Diagramm: Zusammensetzung der Veranstaltungen zur theoretischen Physik in Halle (1890 – 1945), nach Fachgebieten aufgeschlüsselt 188
5.4 Diagramm: Vorlesungsverteilung zwischen mathematischer und theoretischer Physik in Halle (1890 – 1945), zeitlich gegliedert 194

Personenverzeichnis

A

Abderhalden, Emil (1877 – 1950) 333
Althoff, Friedrich Theodor (1839 – 1908) 26, 30, 32, 159
Anton, Gabriel (1858 – 1933) 326
Arco, Georg Wilhelm Alexander Hans Graf von (1869 – 1940) 260
Artin, Emil (1898 – 1962) 240, 247
Astbury, William Thomas (1898 – 1961) 348
Auwers, Arthur Julius Georg Friedrich von (1838 – 1915) 83

B

Back, Ernst Emil Alexander (1881 – 1959) 131
Backlund, Johann Oskar (1846 – 1916) 230 f.
Bacon, Francis (1561 – 1626) 203
Baer, Reinhold (1902 – 1979) 23, 73, 76, 166, 240 f., 248, 250–253
Barkhausen, Georg Heinrich (1881 – 1956) 260
Becherer, G. (geb. 1915) 159
Beck, Guido (1903 – 1988) 290
Becker, August (1879 – 1953) 123
Becquerel, Henri Antoine (1852 – 1908) 271
Behmann, Heinrich Johann (1891 – 1966) 71, 73, 78, 80 f., 166–169, 172, 177, 199 f., 205–208, 224, 239 f., 256, 376, 379
Bergmann, Hans Franz Rudolf Ludwig (1898 – 1959) 151 f.
Bernays, Paul Isaac (1888 – 1977) 200, 207 f.
Berndt, Georg Wilhelm (1880 – 1972) 105 f., 175, 179, 188, 191, 265 f., 332, 361, 370 f.
Bernoulli, Jacob (1654 – 1705) 226
Bernoulli, Johann (1667 – 1748) 226
Bernstein, Felix (1878 – 1956) 37 f., 44, 167, 169 f., 175 f., 200, 203 ff., 218, 239, 354, 370
Bernstein, Rudolf (1880 – 1971) 53, 107 f., 138, 168, 183
Bessel-Hagen, Erich Paul Werner (1898 – 1946) 72, 176, 241, 248, 250, 376
Bieberbach, Ludwig (1886 – 1982) 73, 75
Blaschke, Wilhelm Johann Eugen (1885 – 1962) 56
Boeke, Enno (1881 – 1918) 372
Bohr, Niels Hendrik David (1885 – 1962) 134, 277, 341 f.
Boltzmann, Ludwig Eduard (1844 – 1906) 96, 231, 306
Boole, George (1815 – 1864) 200

Bopp, Karl Friedrich (1877 – 1934) 196
Borel, Félix Edouard Justin Émile (1871 – 1956) 250
Born, Max (1882 – 1970) 126, 130, 190, 250, 299, 306, 315, 342
Bothe, Walter Wilhelm Georg (1891 – 1957) 268, 289
Bragg, William Henry (1862 – 1942) 275, 347
Bragg, William Lawrence (1890 – 1971) 275, 347
Brandt, Heinrich (1886 – 1954) 60 ff., 68, 75 ff., 79, 165 f., 169, 172, 176, 193, 199, 240, 253 f., 377 f.
Braun, Karl Ferdinand (1850 – 1918) 260
Brendel, Otto Rudolf Martin (1862 – 1939) 231
Brill, Alexander Wilhelm von (1842 – 1935) 54
Brouwer, Luitzen Egbertus Jan (1881 – 1966) 206, 241, 255
Bruns, Ernst Heinrich (1848 – 1919) 231
Buchholz, Hugo Ferdinand (1866 – 1921) 48, 55, 86–91, 93–97, 168 f., 171, 173, 176, 224, 230 ff., 326, 356, 370 ff.
Burali-Forti, Cesare (1861 – 1931) 202, 204, 207
Busch, Hans Walter Hugo (1884 – 1973) 137
Buschmann, Fritz (1901 – 1994) 67

C

Cantor, Georg Ferdinand Ludwig Philipp (1845 – 1918) 25 f., 28 f., 32 f., 35–38, 40 ff., 49 f., 53 f., 165 ff., 169 f., 173, 175 ff., 184, 199–205, 207 f., 227, 248, 326, 329, 366 ff., 370 f.
Carathéodory, Constantin (1873 – 1950) 72
Cartan, Élie Joseph (1869 – 1951) 219
Castelnuovo, Guido (1865 – 1952) 244
Cels, J. 216
Clausius, Rudolf Julius Emanuel (1822 – 1888) 306
Conrad, Johannes Ernst (1839 – 1915) 43, 94
Cornelius, Carl Sebastian (1820 – 1896) 99, 189, 330, 366 f.
Courant, Richard (1888 – 1972) 57 f., 73, 351
Curie, Marie (Maria) geb. Sklodowska (1867 – 1934) 272
Curie, Pierre (1859 – 1906) 272

D

Debye, Peter Joseph Wilhelm (1884 – 1966) 112 ff., 116, 130, 151, 155, 274, 295, 347
Dedekind, Julius Wilhelm Richard (1831 – 1916) 242, 248
Dehn, Günther (1882 – 1970) 21
Dehn, Max Wilhelm (1878 – 1952) 39
Diebner, Kurt (1905 – 1964) 289 f.
Dirac, Paul Adrien Maurice (1902 – 1984) 254, 342, 350
Dirichlet (Lejeune-Dirichlet), Johann Peter Gustav (1805 – 1859) 213
Doetsch, Gustav Heinrich Adolf (1892 – 1977) 1, 63–67, 166–169, 175, 209, 217 ff., 223, 232, 236–239, 355 f., 375

Dorn, Friedrich Ernst (1840 – 1916) 33, 35 f., 89, 94, 99–105, 107, 110 ff., 145, 159, 178, 183, 188 f., 191 ff., 257, 259, 271 ff., 275, 293, 295, 326 ff., 358, 361, 366–373
Drude, Paul Karl Ludwig (1863 – 1906) 274
Dunken, Heinz (1912 – 1974) 380 f.

E

Eberhard, Victor Guido Feodor (1861 – 1927) 30–33, 38, 58 ff., 65, 68 f., 71, 129, 140, 166, 170 f., 219, 222 f.
Eichler, Martin Maximilian Emil (1912 – 1992) 78 f.
Einstein, Albert (1879 – 1955) 2, 96, 277, 307, 311 f., 315–318, 320 f., 323, 341, 344 f.
Eisenstein, Ferdinand Gotthold Max (1823 – 1852) 247
Elster, Julius (1854 – 1920) 265
Engel, Friedrich (1861 – 1941) 226
Enriques, Frederigo (1871 – 1946) 244
Eötvös, Loránd (Roland) Baron von (1848 – 1919) 317
Erdmann, Benno (1851 – 1921) 33
Erdmann, Hugo Wilhelm Traugott (1862 – 1910) 193
Esau, Abraham Robert (1884 – 1955) 136
Eudoxos von Knidos (410 oder 408 – 355 oder 347 v. Chr.) 248
Euler, Leonhard (1707 – 1783) 216, 226
Everling, Emil August (1890 – 1973) 329, 331

F

Faessler, Alfred (1904 – 1987) 155 ff., 182, 190 f., 281 f., 305, 330 f., 362, 380 f.
Fassbender, Heinrich Konrad Friedrich (1884 – 1970) 137 f.
Feigl, Georg (1890 – 1945) 75
Fermi, Enrico (1901 – 1954) 286, 335
Fiedler, Otto Wilhelm (1832 – 1912) 244
Fleischmann, Michael Max (1872 – 1943) 19 f.
Foerster, Wilhelm Julius (1832 – 1921) 83
Fraenkel, Abraham Halevy (Adolf) (1891 – 1965) 72, 75
Franck, James (1882 – 1964) 126, 277, 341
Fréchet, Maurice René (1878 – 1973) 218, 241, 251
Fredholm, Erik Ivar (1866 – 1927) 215
Frege, Friedrich Ludwig Gottlob (1848 – 1925) 200, 207
Fresnel, Augustin Jean (1788 – 1827) 210
Friedel, Georges (1865 – 1933) 293, 296 f.
Friedrich, Walter (1883 – 1968) 274, 347
Frobenius, Ferdinand Georg (1849 – 1917) 74
Fuchs, Immanuel Lazarus (1833 – 1902) 33
Füchtbauer, Christian (1877 – 1959) 120, 123
Fues, Erwin Richard (1893 – 1970) 134
Furtwängler, Philipp (1869 – 1940) 246

G

Gamov, George Anthony (Georgij Antonovič) (1904 – 1968) 288
Gast, Adolf Emil Paul (1876 – 1941) 138
Gauß, Johann Carl Friedrich (1777 – 1855) 170, 205, 213, 222, 232, 247, 265
Geitel, Hans Friedrich Karl (1855 – 1923) 265
Gel'fand, Izrail' Moiseevič (geb. 1913) 343
Gerlach, Walther (1889 – 1979) 120, 126
Gibbs, Josiah Willard (1839 – 1903) 306
Gödel, Kurt (1906 – 1978) 207
Göring, Hermann Wilhelm (1893 – 1946) 22 f.
Grammel, Richard (1889 – 1964) 54 f., 58, 60, 167 f., 173, 175, 223 f., 228, 230, 232, 234 f., 326, 329, 355, 373 f.
Graßmann, Hermann Ernst (1857 – 1922) 35, 38 f., 167 f., 173, 176, 223 f., 227, 369
Graßmann, Hermann Günther (1809 – 1877) 227
Green, George (1793 – 1841) 213
Grell, Friedrich August Heinrich (1903 – 1974) 76 f., 177, 240 f., 254 f., 378
Großmann (Grossmann), Marcel Hans (1878 – 1936) 312, 315 f., 345
Grüneisen, Eduard (1877 – 1949) 124
Grünfeld, Emanuel (1856 – ?) 216
Grüttner, Adelbert (Adalbert) Wilhelm Alfred (1881 – 1929) 69, 170 f., 177, 375
Gudden, Bernhard Friedrich Adolf (1892 – 1945) 123
Günther, Paul (1867 – 1891) 216
Gutzmer, Carl Friedrich August (1860 – 1924) 13, 33 ff., 40 ff., 48 ff., 52–55, 58, 61, 64, 66–69, 88 f., 91–94, 96 f., 166 f., 170 f., 173, 176 f., 199, 209, 216, 224, 240, 326, 333 f., 354, 356, 370, 372, 374
Gutzmer, Max 67, 333
Gyldén, Johan August Hugo (1841 – 1896) 86, 230 f.

H

Haecker, Valentin (1864 – 1927) 115
Hamel, Georg Karl Wilhelm (1877 – 1954) 40, 56, 205
Hamilton, William Rowan (1805 – 1865) 62, 235
Hanle, Wilhelm (1901 – 1993) 125 f., 131 f., 142, 151 f., 158, 181 f., 190, 192, 280 f., 330 f., 359, 361, 376
Härlen, Hasso (1903 – 1989) 207
Harms, Helmut (geb. 1912) 379 f.
Harries, Wolfgang (1902 – ?) 278
Hasse, Helmut (1898 – 1979) 68, 70 f., 73 ff., 129, 165 f., 176, 193, 199, 240 f., 245–250, 252 f., 356, 376
Hausdorff, Felix (1868 – 1942) 56, 58, 241, 251
Hecke, Erich (1887 – 1947) 79, 254
Heisenberg, Werner Karl (1901 – 1976) 3, 130, 190, 268, 285 f., 306, 342

Hellinger, Ernst David (1883 – 1950) 217
Helmholtz, Hermann Ludwig Ferdinand (von) (1821 – 1894) 259, 306, 327
Hensel, Kurt Jakob Wilhelm Sebastian (1861 – 1941) 74 f., 240, 242
Herglotz, Gustav (1881 – 1953) 213
Herre, Wolfgang (Wolf) (1909 – 1997) 330
Hertz, Gustav Ludwig (1887 – 1975) 123–126, 129, 131 f., 142, 145, 160, 178, 184, 190 f., 277, 279, 281, 341, 359, 361, 369, 376
Hertz, Heinrich Rudolph (1857 – 1894) 259 f., 344
Herweg, August Julius (1879 – 1936) 117 ff., 178, 180, 183, 191, 275 f., 295 f., 361 f., 374 f.
Hess, Victor Franz (Francis) (1883 – 1964) 268, 327
Hesse, Albert Hermann (1876 – 1924) 42 f.
Hessenberg, Gerhard (1874 – 1925) 56 f., 345
Hevesy, Georg von (George Charles de) (Gyorgy Jozsef) (1885 – 1966) 156, 281
Hilbert, David (1862 – 1943) 200, 203 f., 206, 208, 217, 219 f., 246, 312, 315, 317 ff., 334, 356
Hjelmslev, Johannes Trolle (1873 – 1950) 221
Hoffmann, Max Friedrich Gerhard (1880 – 1945) 130–134, 138, 141 ff., 145–151, 178, 180–183, 189–193, 281, 283 ff., 288 f., 335, 359, 362, 376 ff.
Hund, Friedrich (1896 – 1997) 130 f., 145 f.
Husserl, Edmund (1859 – 1938) 170

I

Infeld, Leopold (1898 – 1968) 315

J

Jacobi, Carl Gustav Jacob (1804 – 1851) 226
Jacobi, Max 332
Jahn, Oswald 96
Jonas, Hans Justus (1882 – 1971) 70, 72
Joos, Jakob Christoph Georg (1894 – 1959) 124
Jordan, Ernst Pascual Wilhelm (1902 – 1980) 190, 241, 254, 342
Jourdain, Philip Edward Bertrand (1879 – 1919) 204
Jung, Heinrich Wilhelm Ewald (1876 – 1953) 57 f., 68, 73 f., 77, 79, 129, 165 f., 169, 171 f., 175 f., 193, 199, 219, 240, 242, 244 f., 356, 375, 377, 381
Junkers, Hugo (1859 – 1935) 9

K

Kármán, Theodore von (1881 – 1963) 233 f.
Kast, Wilhelm Karl Richard (1898 – 1980) 151 ff., 156 f., 159, 178, 181 ff., 190, 296 ff., 305, 335, 360, 362, 379 ff.
Kennelly, Arthur Edward (1861 – 1939) 265
Kirchner, Fritz Franz (1896 – 1967) 151, 153
Kirstein, Marianne 252

Klein, Felix Christian (1849 – 1925) 34, 44, 72, 215, 237
Klemm, Werner (1909 – ?) 253, 304
Klinkerfues, Ernst Friedrich Wilhelm (1827 – 1884) 86, 231
Knipping, Paul (1883 – 1935) 274, 347
Knoblauch, Karl Hermann (1820 – 1895) 30, 99–103, 178, 258, 326, 330, 332, 334
Knopp, Konrad (1882 – 1957) 69 f.
Koebe, Paul (1882 – 1945) 57
Koeppe, Leonhard (1884 – 1969) 185
Kohl, Minna Maria Elsbeth (1904 – ?) 245
Kolhörster, Werner Heinrich Julius Gustav (1887 – 1946) 267 f., 283, 329, 361
Kolmogorov, Andrej Nikolaevič (1903 – 1987) 250
König, Gyula (1849 – 1913) 204
Kronecker, Leopold (1823 – 1891) 31, 33
Krull, Wolfgang (1899 – 1971) 72, 75
Kummer, Ernst Eduard (1810 – 1893) 247
Kutta, Martin Wilhelm (1867 – 1944) 234

L

Ladenburg, Rudolf (1882 – 1952) 123, 132
Lagrange, Joseph-Louis (1736 – 1813) 222, 226
Lambert, Johann Heinrich (1728 – 1777) 222
Landsberg, Georg (1865 – 1912) 242
Langheineken, Paul (1865 – 1930) 171
Laue, Max von (1879 – 1960) 112, 116, 274, 299, 347
Lebesgue, Henri Léon (1875 – 1941) 218, 250
Legendre, Adrien-Marie (1752 – 1833) 226
Lehmann, Otto (1855 – 1922) 293
Leibniz, Gottfried Wilhelm (1646 – 1716) 202
Lenard, Philipp Eduard Anton (1862 – 1947) 270
Letz, E. 63 f.
Levi, Friedrich Wilhelm Daniel (1888 – 1966) 251 ff.
Levi-Cevita, Tullio (1873 – 1941) 219, 345
Lexis, Wilhelm (1837 – 1914) 34
Lichtenstein, Leon (1878 – 1933) 56 ff.
Liebmann, Karl Otto Heinrich (1874 – 1939) 39, 73
Lippmann, Edmund Oskar Ritter von (1857 – 1940) 331
Loewy, Alfred (1873 – 1935) 251 f.
London, Fritz Wolfgang (1900 – 1954) 135
Lonsdale, Kathleen geb. Yardley (1903 – 1971) 348
Lorentz, Hendrik Antoon (1853 – 1928) 259, 311, 314, 344
Lorenz, Hans (1865 – 1940) 34 f., 48, 104, 168
Ludwig, Ernst Paul Walther (1876 – 1946) 40
Luther, Martin (1483 – 1546) 20, 22

M

Maier, Wilhelm (1913 – 1964) 155 ff., 181 f., 298

Marconi, Guglielmo (1874 – 1937) 260, 262
Martiny, Benno (1871 – 1953) 48, 168 f., 183
Maurer, Werner (1906 – 1989) 291
Maxwell, James Clerk (1831 – 1879) 306, 312, 314, 344
Meissner, Karl Wilhelm (1891 – 1959) 131 f.
Messerschmidt, Wilhelm Arnold Otto (1906 – 1975) 151, 285 f., 361
Meyer, Gottfried (1855 – 1933) 40, 88, 91, 93, 95, 109
Meyer, Oskar Emil (1834 – 1909) 105
Mie, Gustav Adolf Feodor Wilhelm Ludwig (1868 – 1957) 111–120, 122, 137, 145, 159, 178 ff., 188, 190, 275 ff., 313–321, 323 f., 326, 329, 353, 357 ff., 361 f., 373 ff.
Minkowski, Hermann (1864 – 1909) 222, 312, 344 f.
Mises, Richard von (1883 – 1953) 234, 250
Mohrmann, Hans (1881 – 1941) 56 ff.
Morse, Harold Calvin Marston (1892 – 1977) 255 f.

N

Nachtweh, Alwin Wilhelm Rudolf Arnold (1868 – 1939) 104, 168, 183
Najmark, Mark Aronovič (1909 – 1978) 343
Navier, Claude Louis Marie Henri (1785 – 1836) 348
Neder, Ludwig (1890 – 1960) 68 ff.
Neiß, Fritz (Friedrich) Wilhelm Karl August (1883 – 1952) 73 ff., 77, 170, 177, 377
Nernst, Walther Hermann (1864 – 1941) 103, 137, 306, 308, 310
Neumann, Carl Gottfried (1832 – 1925) 35, 213 ff.
Neumann, Ernst Richard (1875 – 1955) 35 ff., 70, 105, 209, 214 f., 353
Neumann, Franz Ernst (1798 – 1895) 210, 222, 257, 327
Neumann (zu Margitta), János (Johann, John) Lajos von (1903 – 1957) 218, 241, 254, 342
Niggli, Paul (1888 – 1953) 348
Noether, Amalie Emmy (1882 – 1935) 76, 240, 245, 250, 253 f.
Nugel (verheiratet Hahn), Frieda (1884 – 1966) 13

O

Oehlert, Martha (1909 – ?) 245
Oppolzer, Theodor Egon Ritter von (1841 – 1886) 231
Ornstein, Leonard Salomon (1880 – 1941) 296

P

Paschen, Louis Carl Heinrich Friedrich (1865 – 1947) 112, 131
Pauli, Wolfgang Ernst (1900 – 1958) 254, 306
Peano, Guiseppe (1858 – 1932) 200
Penrose, Roger (geb. 1931) 339

Pérès, Joseph Jean Camille (1890 – 1962) 345
Perrin, Jean Baptiste (1870 – 1942) 270
Perron, Oskar (1880 – 1975) 56 f., 73
Petersson, Wilfried Hans Henning (1902 – 1984) 79 f.
Pfeiffer, Friedrich (1883 – 1961) 50 f., 54, 90, 167 ff., 171, 223 f., 227, 232 ff., 240, 326, 328 f., 355
Planck, Max Karl Ernst Ludwig (1858 – 1947) 130, 334, 340
Pockels, Friedrich Carl Alwin (1865 – 1913) 102
Poincaré, Jules Henri (1854 – 1912) 209, 215, 217, 231, 255, 311, 340
Poinsot, Louis (1777 – 1859) 227
Pose, Heinz Ferdinand Hermann (1905 – 1975) 142 f., 147, 153 f., 158, 181 f., 189 ff., 281, 288 ff., 292, 359–362, 377 ff.
Pötzsch, W. 295
Prandtl, Ludwig (1875 – 1953) 104, 233 f., 348
Prange, Heinrich Friedrich Wilhelm Georg (1885 – 1941) 62 f., 167, 224, 232, 235 f.
Pringsheim, Peter (1881 – 1963) 123, 132
Prüfer, Heinz (1896 – 1934) 72, 75

R

Rademacher, Hans Adolph (1892 – 1969) 69 f.
Ramsauer, Carl Wilhelm (1879 – 1955) 120, 122
Ratnowsky, Simon (1884 – 1945) 295
Rebeur-Paschwitz, Ernst Ludwig August von (1861 – 1895) 82
Reinhold, Hermann (1893 – 1940) 331
Rexer, Ernst (1902 – 1983) 154, 157 ff., 182 f., 300 ff., 305, 362
Reynolds, Osborne (1842 – 1912) 348
Richarz, Franz (1860 – 1920) 102, 107, 112
Riemann, Georg Friedrich Bernhard (1826 – 1866) 344
Riesz, Frigyes (Friedrich) (1880 – 1956) 217 f.
Rive, Richard Robert (1864 – 1947) 140
Robin, Gustave Victor (1855 – 1897) 215
Roloff, Friedrich Max (1870 – 1915) 103, 308–311, 362
Röntgen, Wilhelm Conrad (1845 – 1923) 104, 271, 307
Rosenberg, Alfred (1893 – 1946) 22
Rosenberger, Otto August (1800 – 1890) 27, 82 f., 168
Rottenburg, Otto von (1885 – ?) 128
Runge, Carl David Tolmé (1856 – 1927) 71
Russell, Bertrand Arthur William (1872 – 1970) 206 f.
Rust, Bernhard (1883 – 1945) 21
Rutherford, Sir Ernest (1871 – 1937) 272, 287

S

Sagnac, Georges Marc Marie (1869 – 1928) 272
Salmon, George (1819 – 1904) 244
Sanden, Horst von (1883 – 1965) 50
Sander, Kurt (1904 – ?) 67
Schäfer, Clemens (1878 – 1968) 112
Scheringer, Erika 67

Scherrer (-Sonderegger), Paul Hermann (1890 – 1969) 274, 347
Schiller, Walter Ludwig Christian (1882 – 1961) 124
Schmidt, Erhard Oswald Johann (1876 – 1959) 75, 217
Schmidt, Karl Eduard Franz (1862 – 1946) 20, 99, 102, 105, 108–115, 117 f., 120 f., 124 ff., 128 ff., 133, 139, 145, 159, 173, 176, 178, 183 f., 188 f., 191 f., 261–266, 273 ff., 283, 326 ff., 330 ff., 357 f., 361 f., 366–376
Schmidt, Robert (1898 – 1964) 75
Schoenflies, Arthur Moritz (1853 – 1928) 200
Scholz, Heinrich (1884 – 1856) 207 f., 248
Schotten, Heinrich (1856 – 1939) 39
Schottky, Walter Hans (1886 – 1976) 300
Schouten, Jan Arnoldus (1883 – 1971) 345
Schrader, Wilhelm (1817 – 1907) 29, 32, 35, 83, 85, 101
Schrödinger, Erwin (1887 – 1961) 130, 134, 342
Schur, Issai (1875 – 1941) 57 f., 74
Schwarz, Huno Bernhard Hermann (1864 – 1951) 170, 184, 193
Schwarz, Karl Hermann Amandus (1843 – 1921) 74
Schwarz, Ludwig Georg (1908 – ?) 253
Schweitzer, Theodor 115, 264
Seddig, Max (1877 – 1963) 138
Seeliger, Hugo Hans Ritter von (1849 – 1924) 87
Seeliger, Rudolf Hans Karl (1886 – 1965) 280
Segre, Corrado (1863 – 1924) 244
Seifert, Karl Johannes Herbert (1907 – 1996) 255
Severi, Francesco (1879 – 1961) 244
Shakespeare, William (1564 – 1616) 203
Slaby, Adolf Karl Heinrich (1849 – 1913) 260
Smekal, Adolf Gustav Stephan (1895 – 1959) 134 f., 138, 141, 143–149, 154 f., 157–161, 180, 182 ff., 188–193, 299–306, 330 f., 335, 357, 360, 362, 376–381
Soddy, Sir Frederick (1877 – 1956) 272
Solvay, Ernest (1838 – 1922) 341
Sommerfeld, Arnold Johannes Wilhelm (1868 – 1951) 40 f., 54, 130, 224, 342
Spinoza, Baruch de (1632 – 1677) 202
Stäckel, Paul Gustav Samuel (1862 – 1919) 27 f., 30 f., 40, 170, 175, 223–227, 249, 355, 367
Stammler, Gerhard (1898 – 1977) 170, 184 f.
Stammler, Rudolph (1856 – 1938) 170
Stark, Johannes Nicolaus (1874 – 1957) 112, 272
Steinitz, Ernst (1871 – 1928) 39, 56, 248
Stokes, Sir George Gabriel (1819 – 1903) 348
Stuart, Herbert Arthur (1899 – 1974) 297
Sundman, Karl Frithiof (1873 – 1949) 231

T

Takagi, Teiji (1875 – 1960) 246
Thirring, Hans (1888 – 1976) 343
Thomson, Sir Joseph John (1856 – 1940) 265, 270
Thomson, Sir William (Lord Kelvin) (1824 – 1907) 306
Threlfall, William Richard Maximiliam Hugo (1888 – 1949) 77 ff., 241, 255
Tietze, Heinrich Franz Friedrich (1880 – 1964) 251
Toeplitz, Otto (1881 – 1940) 57 f., 73, 217
Tornier, Wilmar Hermann Erhard (1894 – 1982) 73 f., 169, 248 ff.
Townsend, Sir John Sealy Edward (1868 – 1957) 277

V

Vahlen, Karl Theodor (1869 – 1945) 69
Vaihinger, Hans (1852 – 1933) 185, 237
Valentiner, Richard Wilhelm Siegfried (1876 – 1971) 104, 191, 307 f., 362, 370
Völlmer (Vollmer), B. 329
Volterra, Vito (1860 – 1940) 209
Vorländer, Daniel (1867 – 1941) 293

W

Wagner, Ernst (1876 – 1928) 123
Wagner, Wilhelm (1899 – 1976) 79, 158
Wallner, Helmut (geb. 1910) 157 f.
Walter, Heinrich (1864 – 1907) 48, 168 f.
Walther, Johannes (1860 – 1937) 184, 333
Wangerin, Friedrich Heinrich Albert (1844 – 1933) 25–28, 31 ff., 35–38, 49, 54 ff., 84–89, 91 f., 94, 96 f., 164, 169, 171, 173, 175 ff., 193, 199, 208 ff., 212 ff., 216, 219, 222 ff., 226 f., 240, 326, 334, 353, 356, 366–375
Watson, James Craig (1838 – 1880) 231
Weber, Heinrich Martin (1842 – 1913) 242, 246
Weierstraß, Karl Theodor Wilhelm (1815 – 1897) 31, 33, 248
Weigelt, Theodor Gustav Otto Johannes (1890 – 1948) 22, 152
Wentzel, Gregor (1898 – 1978) 130 f., 133, 145 f.
Westphal, Wilhelm Heinrich (1882 – 1978) 123
Weyl, Claus Hugo Hermann (1885 – 1955) 56 f., 219, 237, 241, 315, 342, 345 f., 351
Whitehead, Alfred North (1861 – 1947) 206
Wien, Wilhelm Karl Werner Otto Fritz Franz (1864 – 1928) 114, 137, 270, 276, 350
Wiener, Hermann Ludwig Gustav (1857 – 1939) 28 ff., 167 f., 170, 173, 176, 219–222, 330 ff., 366 f.
Wigand, Ernst Heinrich Paul Albert (1882 – 1932) 107, 111, 117 ff., 124, 129, 178, 180, 183 f., 189–192, 262 f., 266–269, 283, 308, 311, 326, 328–331, 361, 372–375
Wigner, Jenõ Pál (Eugen(e), Paul) (1902 – 1995) 241, 254

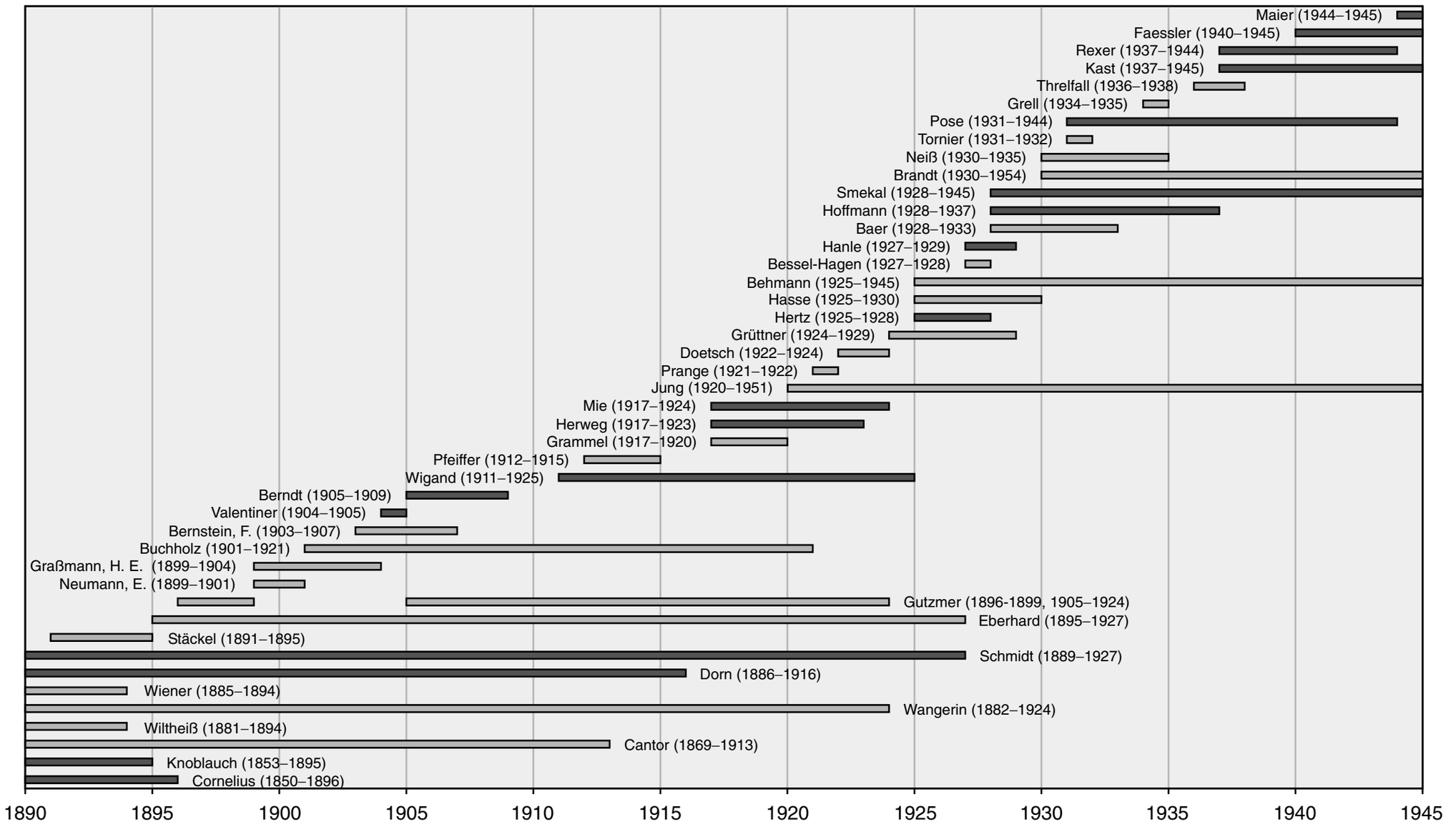
Wilhelm II. (1859 – 1941), deutscher Kaiser u. König von Preußen 41
Wiltheiß, Ernst Eduard (1855 – 1900) 26, 28 f., 209, 215
Wirtinger, Wilhelm (1865 – 1945) 216
Woermann, Emil (1899 – 1980) 22, 77
Wolf, Karl Ludwig Lothar (1901 – 1969) 159, 379 f.
Wolff, Hellmuth (1876 – 1961) 53

Y

Yardley siehe Lonsdale, Kathleen 348

Z

Zenon von Elea (ca. 490 – ca. 430 v. Chr.) 248
Zermelo, Ernst Friedrich Ferdinand (1871 – 1953) 252
Žukovskij, Nikolaj Egorovič (1847 – 1921) 234



Vorlesungstätigkeit der Dozenten für Mathematik ▯ und Physik ▮ in Halle (1890–1945)

Maßgeblich für die Erstellung der Tabelle war die Vorlesungstätigkeit der Dozenten in Halle, so dass die hier verwendeten Zeitangaben zum Teil von Habilitations- oder Emeritierungsdaten abweichen können. In runden Klammern wurde hinter dem Namen des Dozenten seine unter Umständen über den Untersuchungszeitraum hinausreichende Lehrperiode an der Hallenser Universität vermerkt.