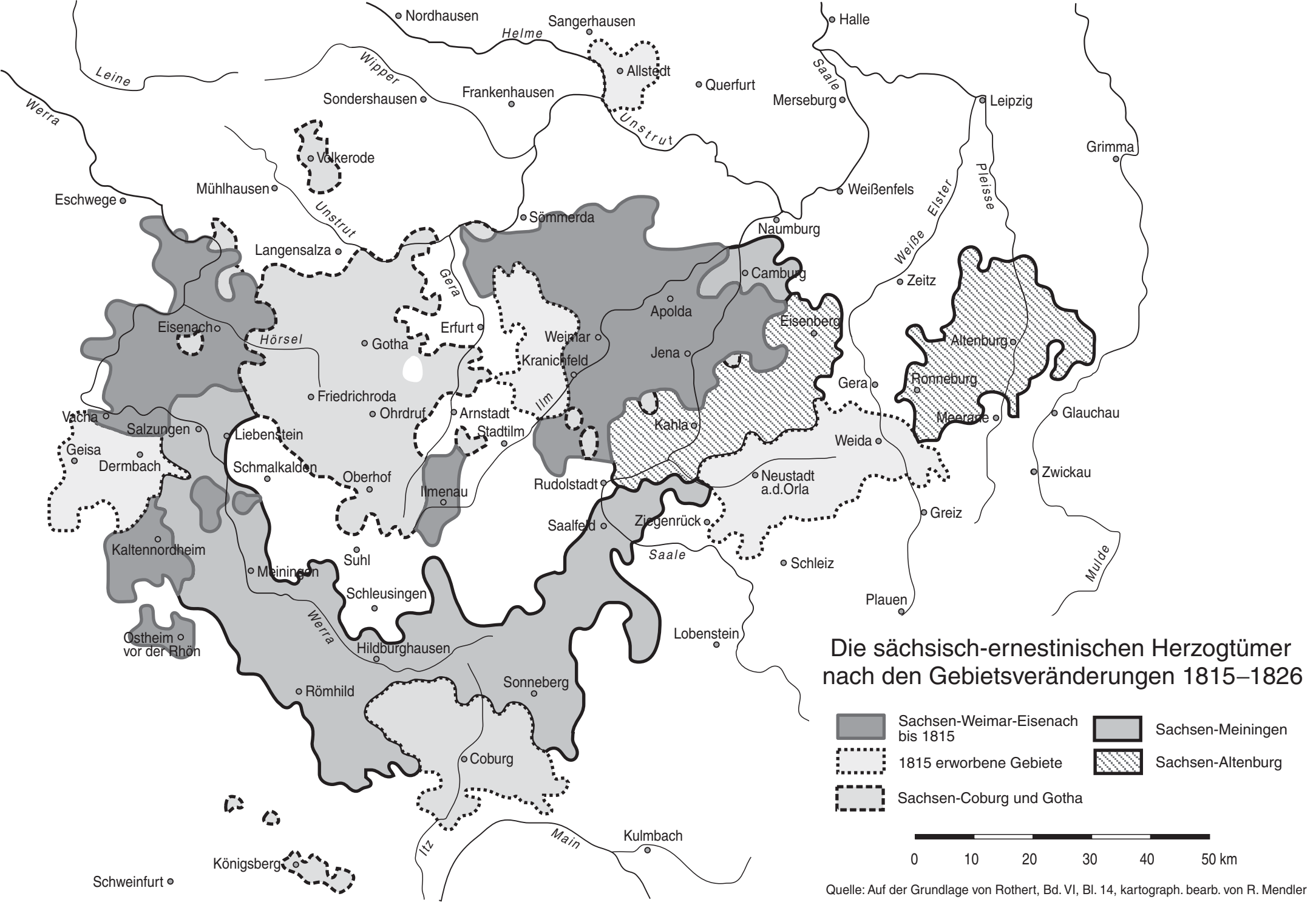


Quelle: Auf der Grundlage von Rothert, Bd. VI, Bl. 14, kartograph. bearb. von R. Mendler

Mathematische Naturphilosophie, Optik und Begriffsschrift

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

Mathematische Naturphilosophie, Optik und Begriffsschrift

Zu den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik an der Universität Jena in der Zeit von 1816 bis 1900

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.

Das Vorhaben Geschichte der Naturwissenschaften und der Mathematik der Sächsischen Akademie der Wissenschaften wird im Rahmen des Akademienprogramms von der Bundesrepublik Deutschland und dem Freistaat Sachsen gefördert.

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 978-3-8171-1843-4

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 2011
© Wissenschaftlicher Verlag Harri Deutsch GmbH, Frankfurt am Main, 2011
Druck: fgb – freiburger graphische betriebe <www.fgb.de>
Printed in Germany

Vorwort

Mit der vorliegenden Abhandlung wird die Reihe *Studien zur Entwicklung der Mathematik und Physik in ihren Wechselwirkungen* um eine Analyse der Verhältnisse an der Universität Jena im 19. Jahrhundert fortgesetzt. Gleichzeitig bildet die „Salana" – wie die Universität Jena aufgrund ihrer Lage an der Saale auch bezeichnet wird – die dritte Universität, welche im Rahmen des im Dezember 2010 auslaufenden Vorhabens *Geschichte der Naturwissenschaften und Mathematik* der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig untersucht wird. Im Vergleich zu den zuvor behandelten Universitäten Leipzig[1] und Halle[2] zeigen sich dabei sowohl einige Gemeinsamkeiten als auch deutliche Unterschiede. Wie Halle zählte Jena zu den kleineren Universitäten in den deutschsprachigen Ländern, wie Leipzig war sie die einzige Landesuniversität. Im Gegensatz zu Sachsen verfügte Thüringen zu dieser Zeit jedoch über keine höhere technische Bildungsanstalt. In ihrer Verwaltungsstruktur unterschied sich die Salana ebenfalls deutlich von den beiden anderen, da sie ein Gemeinschaftsprojekt von mehreren thüringischen Staaten war. Diese sogenannten Erhalterstaaten finanzierten die Universität nicht nur gemeinschaftlich, sondern entschieden auch zusammen über die Belange der Universität, wie etwa über Stellenbesetzungen und Universitätsstatuten. Eine weitere Besonderheit der Salana, die gerade in Hinblick auf die Entwicklung der Mathematik und Physik bedeutend ist, bildete sich in den beiden letzten Dekaden des 19. Jahrhunderts heraus, nämlich eine beträchtliche finanzielle Unterstützung durch einzelne Privatpersonen und von Seiten der lokalen optischen Industrie. Sie ermöglichte eine deutliche Verbesserung der Personalsituation wie auch der infrastrukturellen Ausstattung, so dass die beiden Disziplinen an der Universität wieder angemessen vertreten waren. Ein zweiter Band,

[1] Schlote 2004a; Schlote 2008

[2] Schlote/Schneider 2009a; Schlote/Schneider 2009b

der die Entwicklung der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik in Jena im 20. Jahrhundert bis 1945 verfolgt, ist geplant.

Der Schwerpunkt dieser Untersuchung liegt auf der Entwicklung der Mathematik und Physik in Hinblick auf deren Wechselbeziehungen an der Universität Jena. Im Rahmen des Projektes konnte nur eine erste Einbettung der Jenenser Entwicklung in die noch genauer zu studierende Gesamtentwicklung gegeben werden. Bio- und bibliographische Angaben zu den hier betrachteten Jenenser Gelehrten, die über deren Wirkungszeit in Jena hinausgehen, wurden in der Regel selten berücksichtigt. Sie können jedoch der angegebenen Sekundärliteratur sowie den gängigen Handbüchern *J. C. Poggendorff Biographisch-literarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exakten Naturwissenschaften* (Bände 1 bis 4), *Allgemeine Deutsche Biographie, Neue Deutsche Biographie* sowie *Dictionary of scientific biography* entnommen werden.

Die Untersuchung stützt sich neben der Analyse der wissenschaftlichen Publikationen der Jenenser Mathematiker und Physiker auf die Auswertung von Archivalien. Da die Universität Jena mehrere Erhalterstaaten hatte, gestaltete sich die Erfassung der Archivalien als eine sehr umfangreiche Aufgabe. Wie bei den vorhergehenden Bänden zur Universität Halle beteiligte sich Frau Dr. H. Kühn nicht nur an der Erschließung der Archivalien, sondern sie hatte auch entscheidenden Einfluss auf die inhaltliche Gestaltung des Buches. Ihre sorgfältige und kritische Lektüre des Manuskripts führte zu zahlreichen Einfügungen und Korrekturen, welche die Arbeit erheblich bereicherten. Es ist uns ein großes Anliegen, ihren Anteil an dem Werk herauszuheben und ihr dafür an dieser Stelle zu danken.

Die Angabe der archivalischen Belege in den Fußnoten erfolgt nach den im Quellenverzeichnis angegebenen Abkürzungen der Archive. Wie in vielen wissenschaftshistorischen Abhandlungen üblich werden Verweise auf Literatur durch die Angabe des Namen des Autors zusammen mit dem Jahr der entsprechenden Publikation gekennzeichnet. Sind mehrere Abhandlungen von dem gleichen Autor in demselben Jahr erschienen, werden diese durch Anfügen von Kleinbuchstaben hinter die Jahreszahl unterschieden. Für Publikationen, deren Erscheinen sich über mehrere Jahre hinweg erstreckt, dient in der Regel das erste Erscheinungsjahr als Marke für die Jahreszahl. Die Abkürzung der

Zeitschriftentitel folgt meist den im Poggendorff'schen Handwörterbuch gebrauchten Abkürzungen bzw. dem Duden.

In den Zitaten wird auf die gelegentlich durch Überstreichung kenntlich gemachte Doppelung von Konsonanten in der heute üblichen Schreibweise wiedergegeben, da hierdurch weder Sinn noch Stil des Zitats verändert werden. Ebenso wird das in den Quellen auftretende Trema über dem Buchstaben „y" nicht wiedergegeben, da dies von den einzelnen Schreibern sehr unterschiedlich benutzt wurde. Erläuterungen und Ergänzungen, welche von uns in Zitate eingefügt wurden, sind durch eckige Klammern [ ] gekennzeichnet. Namenszusätze, wie „Freiherr von", wurden in der Regel im Text unterdrückt, sie finden sich aber im Personenverzeichnis.

Unsere Abhandlung beruht auf der Analyse und Auswertung von Originalliteratur und Archivalien und damit zuallererst auf dem ungehinderten Zugang zu diesen Materialien. Deshalb gilt unser Dank den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der nachfolgend aufgeführten Bibliotheken und Archive, die uns bei der Suche tatkräftig unterstützten sowie schnellen und leichten Zugang gewährten: das Carl-Zeiss Archiv Jena (insbesondere Herrn W. Wimmer), die Bibliothek der Leopoldina in Halle, die Thüringische Landes- und Universitätsbibliothek (insbesondere die Zweigstelle im Ernst-Haeckel-Haus), die Thüringischen Staatsarchive Altenburg und Weimar, das Universitätsarchiv Jena (insbesondere Frau M. Hartleb), die Universitätsbibliothek Leipzig (insbesondere die Zweigstellen Mathematik, Physik sowie Karl-Sudhoff-Institut) sowie die Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt in Halle. Für die Bereitstellung von Bild- und Kartenmaterial sei neben dem Carl-Zeiss Archiv und dem Universitätsarchiv Jena auch dem Mathematischen Forschungsinstitut Oberwolfach sowie dem Institut für Geographie der Universität Jena, insbesondere Frau Dipl.-Ing. R. Mendler, gedankt. Unser Projekt wurde stets mit Wohlwollen von der Kommission für Wissenschaftsgeschichte der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig begleitet. Mehrere Kommissionsmitglieder und zahlreiche Kollegen unterstützten uns auf mannigfache Weise. Dies reichte von der Beantwortung vieler Detailfragen über hilfreiche Anmerkungen bis hin zur gründlichen Lektüre des gesamten Manuskripts. Insbesondere bedanken wir uns hierfür sehr herzlich bei Herrn Dr. Th. Bach, Herrn Prof. Dr. G. Berg, Herrn Prof. Dr. O. Breidbach, Herrn Dr. U. Dathe,

Herrn Prof. Dr. M. Folkerts, Herrn Prof. Dr. H. Kaden, Herrn Prof. Dr. B. Kirstein, Herrn Prof. Dr. L. Kreiser, Herrn Prof. Dr. O. Neumann, Herrn Dr. R. Otto, Herrn Prof. Dr. H. Remane, Herrn Doz. Dr. W. Schreier und Herrn Prof. Dr. H. Wußing. Für die finanzielle Unterstützung des Akademievorhabens sei schließlich dem Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie dem Sächsischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst gedankt.

Für die gewohnt reibungslose Zusammenarbeit mit dem Verlag bei der Drucklegung des Buchs sorgte Herr K. Horn und Herr Dr. S. Naake setzte unsere Vorstellungen und Änderungswünsche bei der Gestaltung des Buches mit viel Geduld und Sorgfalt um. Beiden sei an dieser Stelle ausdrücklich gedankt.

Leipzig, August 2010

Karl-Heinz Schlote,
Martina Schneider

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1

2 Thüringen und seine Universität am Anfang des 19. Jahrhunderts 9

2.1 Thüringen und die Industrielle Revolution 10

2.2 Die Blüte der Universität Jena um 1800 und ihr Weg ins 19. Jahrhundert 14

3 Die Veränderungen im Lehrkörper für Mathematik, Physik und Astronomie an der Salana 29

3.1 Die Verknüpfung von Mathematik und Physik in einem Lehrstuhl 30

3.2 Ein Philosoph als Ordinarius für Mathematik und Physik – die Ära Fries 35

3.3 Von Suckow bis Apelt: Privatdozenten – wichtige Stützen des Lehrbetriebs, doch wenig gefördert 42

3.4 Der Nachfolger von Fries: Snell 53

3.5 Ein Hauch von moderner mathematischer Forschung: Schlömilch – ein Intermezzo 61

3.6 Abbe und die folgenreiche Verbindung von Physik und Instrumentenbau 66

3.7 Die Astronomie an der Salana 77

3.7.1 Die Errichtung der Sternwarte und ihre ersten Leiter bis 1823 77

3.7.2 Die Leitung der Sternwarte durch Schrön 80

3.7.3 Abbes Engagement und der Neubeginn mit Knopf 82

3.8 Die Trennung des Lehrstuhls für Mathematik und Physik 91

3.9 Die ersten Jahrzehnte des Mathematischen Seminars . . 101

3.10 Die Besetzung des physikalischen Lehrstuhls 112

3.11 Der Ausbau des Physikalischen Instituts bis zur Jahrhundertwende 123

3.12 Die Errichtung einer Professur für theoretische Physik . 130
3.13 Die Carl-Zeiss-Stiftung 138

4 Das Vorlesungsangebot in Mathematik, Physik und Astronomie in Jena 149
4.1 Ein Überblick 149
4.1.1 Mathematik 150
4.1.2 Astronomie 157
4.1.3 Physik 159
4.2 Mechanik, mathematische und theoretische Physik . . . 162
4.2.1 Erste Phase (1816 – 1863): mäßiges Angebot 165
4.2.2 Zweite Phase (1864 – 1893): Anstieg 167
4.2.3 Dritte Phase (1894 – 1900): Weitere Steigerung . . 173
4.3 Ein Vergleich des Jenenser Lehrangebots mit dem anderer Universitäten 176
4.4 Der Übungsbetrieb in Gesellschaften als Ergänzung zur Lehre und Vorläufer zur Seminargründung 178

5 Mathematische und physikalische Forschungen an der Universität Jena 185
5.1 Die Forschungen am vereinigten Lehrstuhl für Mathematik und Physik 186
5.1.1 Physik als Teil der „angewandten Mathematik“: Die Ära Voigt 186
5.1.2 Mathematik und Physik im Rahmen der mathematischen Naturphilosophie: Fries und seine Schüler 194
5.1.3 Meteorologie und Optik – Aktivitäten der Jenenser Astronomen 212
5.1.4 Das Verharren in alten Traditionen 221
5.2 Ernst Abbe und die Formung der physikalischen Forschung 232
5.2.1 Der Weg zur Optik als zentrales Forschungsfeld . 233
5.2.2 Sohncke und Winkelmann – die ersten Ordinarien für Experimentalphysik in Jena 240
5.2.3 Die Etablierung der theoretischen Physik mit dem Fokus auf Optik und Materialforschung 252

5.3 Logik, elliptische Funktionen und projektive Geometrie – Schwerpunkte am Mathematischen Seminar 265
5.3.1 Freges Ringen um die Begründung der Arithmetik 265
5.3.2 Thomaes Lehrbücher und die Profilierung der mathematischen Forschung 272

6 Jenenser Mathematiker und Physiker und die örtlichen gelehrten Gesellschaften 283
6.1 Die Naturforschende Gesellschaft zu Jena 284
6.2 Die Medicinisch-Naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Jena 287

7 Mathematik und Physik in Jena und die Besonderheit ihrer Wechselbeziehungen 297
7.1 Mathematik und Physik im 19. Jahrhundert 297
7.1.1 Der beginnende Aufschwung 297
7.1.2 Der weitere Ausbau der Disziplinen nach der Jahrhundertmitte 302
7.1.3 Neue Aspekte in den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik nach 1850 308
7.2 Die Wechselbeziehungen an der Salana im Kontext . . . 314
7.2.1 Die Beziehungen der in einem Lehrstuhl vereinigten Mathematik und Physik 314
7.2.2 Die Wechselbeziehungen im Zeichen der Optik . 318

Anhang: Verzeichnis der Vorlesungen zur mathematischen und theoretischen Physik (Sommersemester 1816 bis Wintersemester 1900/01) 327

Literatur und Quellen 345
Archivalien 345
Literatur 358

Abbildungsverzeichnis 392

Verzeichnis der Diagramme 394

Personenverzeichnis 395

1 Einleitung

> «Bei der philosophischen Facultät ist es, wie ich schon öfters aus anderen Anläßen vorgestellt habe, ein schreiender Mangel, daß der Lehrstuhl der Physik, dieser vornehmsten und vorgeschrittensten naturwissenschaftlichen Disciplin, die allein auch zu einer streng methodischen Naturforschung zu schulen vermag, hier noch mit dem der Mathematik combinirt ist. Schon Goethe nannte es seiner Zeit eine Ungeheuerlichkeit, und solche ist es in jetziger Zeit, nachdem beide Disciplinen sich viel umfänglicher entwickelt und für wichtige practische Interessen eine viel weiter reichende Bedeutung gewonnen haben, nur im verstärkten Maße.»[3]

Mit diesen Worten mahnte der Kurator der Universität Jena Moritz Seebeck (1805 – 1884) im Dezember 1871 in seinem Bericht über die «für die Lehrzwecke nächtsnöthigen Mehraufwendungen» die längst überfällige eigenständige Vertretung der noch in einer Professur vereinigten Disziplinen der Physik und Mathematik bei den Erhaltern der Universität an. Seine Darlegungen vermitteln dem heutigen Betrachter zugleich einen Eindruck von der schwierigen Stellung, die die beiden Fachgebiete bis zu diesem Zeitpunkt an der Jenaer Universität hatten. Erst am Ende der 1870er Jahre konnte dann mit der Schaffung eines Ordinariats für Mathematik der erste Schritt getan werden, um den «schreiende[n] Mangel» zu beseitigen. Die Berufung eines Professors für Physik erfolgte weitere drei Jahre später, 1882. Die fast acht Jahrzehnte im 19. Jahrhundert andauernde Vereinigung von Physik und Mathematik in einer Professur ist eine Besonderheit in der Entwicklung der beiden Disziplinen an der Jenaer Universität, die nicht ohne Einfluss auf die Gestaltung der Wechselbeziehungen zwischen beiden Gebieten blieb. Nur am Anfang des Jahrhunderts konnte der Stelleninhaber für eine gute und angemessene Repräsentanz beider Fächer in der Lehre sorgen;

[3] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1059, unpaginiert, Bericht des Kurators vom 21. Dezember 1871, Hervorhebung im Original

in der Forschung war dies zu keinem Zeitpunkt gegeben. Für die in dieser Abhandlung untersuchte Thematik liegt nun die Frage nahe, ob sich diese Vertretung der beiden Fächer durch eine Person vorteilhaft auf die Wechselbeziehungen zwischen beiden ausgewirkt hat. Einerseits darf doch angenommen werden, dass die Besetzung der Professur auf einer sorgfältigen Auswahl basierte und der zu berufende Kandidat sich für Mathematik und Physik gleichermaßen interessierte. Andererseits wird angesichts des raschen Erkenntnisfortschritts sehr schnell klar, dass eine ernsthafte Forschungstätigkeit nur in einer dieser Disziplinen auf Dauer möglich war, soweit die Lehrverpflichtungen dies überhaupt zuließen. Doch wie sollte es zu einer nennenswerten Ausgestaltung der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik kommen, wenn zu einem Zeitpunkt, da sich an einigen anderen deutschen Universitäten die gegenseitige Beeinflussung von Mathematik und Physik bereits in Professuren für mathematische bzw. theoretische Physik niedergeschlagen hatte, in Jena noch um die Vertretung der beiden Disziplinen durch eigene Professuren gerungen wurde? Wie harmonierte diese verzögerte Entwicklung in den beiden Fächern dann mit dem fulminanten, durch die Zusammenarbeit mit dem Universitätsprofessor Ernst Abbe (1840 – 1905) beförderten, auf der wissenschaftlichen Durchdringung des Mikroskopbaus basierenden Aufstieg der Zeiss'schen Werkstätten zu einem führenden Unternehmen? Schließlich legt das obige Zitat auch die Frage nach den Ursachen für das lange Bestehen der Doppelprofessur nahe. Wollten die Erhalter der Universität trotz der Hinweise des Kurators nicht erkennen, dass der Wissensumfang in den beiden Disziplinen eine Auflösung der Doppelprofessur unabdingbar gemacht hatte, zeigten sie so wenig Sensibilität gegenüber den Fortschritten der Wissenschaften? Oder war es die nahezu permanent schwierige Finanzlage der einzelnen Herzogtümer, die den Spielraum bei der Gestaltung der Universität drastisch einschränkte?

In Verbindung mit der angesprochenen Finanzierungsfrage soll hier noch auf eine grundlegende Problematik aufmerksam gemacht werden, die bei vielen Entscheidungen, die im Folgenden dargestellt und analysiert werden, präsent war, ohne dass sie stets besonders betont werden wird. Jena war die «Landesuniversität» von kleinen, vergleichsweise finanzschwachen Herzogtümern. Obwohl die Ausgaben für die Universität einen etwa gleich hohen bzw. teilweise sogar höheren

Anteil am Gesamthaushalt der einzelnen Herzogtümer ausmachten als in anderen deutschen Staaten, insbesondere Preußen, konnte die Universität Jena nur über einen deutlich geringeren Betrag verfügen als viele andere Universitäten. Damit waren aber die Möglichkeiten, auf die Erfordernisse der Wissenschaftsentwicklung zu reagieren, etwa eine neue Wissenschaftsdisziplin durch eine Professur zu repräsentieren, stark eingeschränkt. Gerade bei den raschen Fortschritten im 19. Jahrhundert hatten die kleinen Universitäten faktisch die Quadratur des Kreises zu leisten: Bei einer sich immer stärker differenzierenden Wissenschaftslandschaft mussten sie mit einem oft nur geringfügig wachsenden Budget ein größeres Fächerspektrum abdecken, um den im Universitätssystem des deutschen Sprachraums etablierten Standards zu genügen. Nur dies eröffnete ihnen die Möglichkeit, in der Konkurrenz mit den großen Universitäten ihren Platz zu behaupten. Diese Disharmonie zwischen dem System der Universitäten und deren Finanzierung konnten die kleinen Staaten nicht aus eigener Kraft beseitigen.

Die wenigen, mit dem obigen Zitat verknüpften Fakten aus der Entwicklung der Mathematik und Physik an der Jenaer Universität lassen somit gleichsam ein ganzes Spektrum von Fragen zu der in dieser Abhandlung untersuchten Thematik deutlich werden, die es in angemessener Weise zu berücksichtigen gilt. An dieser Stelle sei schließlich noch kurz auf ein allgemeineres Problem dieser Studie hingewiesen. Sie konzentriert sich bei der Analyse des Wechselverhältnisses von Mathematik und Physik auf die mit der Entwicklung von mathematischer und theoretischer Physik sowie der Mathematisierung der Physik umschriebenen Themenfelder. Die Begriffe mathematische und theoretische Physik sind aber im Untersuchungszeitraum nicht eindeutig bestimmt. Unter mathematischer Physik wurde zunächst oft eine Zusammenfassung jener Teilgebiete der Physik verstanden, die in der Tradition des 18. Jahrhunderts als Anwendungen zur Mathematik gehörten. Sie enthielt folglich all jene Methoden und deren Ausgestaltung, die zur Erfassung, Beschreibung und Modellierung von physikalischen Phänomenen dienten und somit wesentlich zum Aufbau physikalischer Theorien beitrugen. Die Mechanik erreichte dabei einen hohen Grad an mathematischer Durchdringung und Eleganz. Es deutet sich hier eine Berührung und Überschneidung mit den Aufgaben an, die später der sich im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts herausbildenden theoretischen

Physik zugewiesen wurden. Dies schlug sich unter anderem darin nieder, dass von zahlreichen Gelehrten bis zum Ende des 19. Jahrhunderts die Begriffe mathematische und theoretische Physik oft synonym verwendet wurden, so etwa von Hermann Helmholtz (1821 – 1894), der damit eine theoretisch mathematische Behandlungsweise der Physik bezeichnete.[4] Auch in der Gegenwart ist es schwierig, eine genaue Grenze zwischen beiden Subdisziplinen festzulegen. Dessen ungeachtet besteht zwar ein weitgehender Konsens darüber, dass die beiden Teilgebiete nicht identisch sind, ohne jedoch in eine Definition der jeweiligen Subdisziplin einzumünden. Dieses nur grob skizzierte Problem aus dem Ausdifferenzierungssprozess zweier Wissenschaften, das es bei den durchgeführten Untersuchungen ebenfalls zu berücksichtigen galt, möge als Beispiel genügen, um auf die vorgenommene Einordnung der behandelten Fragen in einen umfassenderen allgemeineren Kontext hinzuweisen. Insbesondere war immer wieder darauf zu achten, inwieweit bisher erkannte Merkmale sich in der Entwicklung an der Jenaer Universität widerspiegelten oder eine Abänderung erfuhren.

Im Folgenden werden die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik an der Universität Jena in der Zeit von 1816 bis 1900 analysiert. Die Festlegung eines geeigneten Untersuchungszeitraumes war dabei nicht leicht, sie orientiert sich letztlich an zwei universitären Ereignissen. Mit der neuen Nutritorenverfassung von 1817, in der nur noch zwei der ernestinischen Staaten als Erhalter der Universität auftraten, erfolgte eine stärkere Einflussnahme und Kontrolle des Staates, genauer der Erhalterstaaten, auf bzw. über die Universität. Dies kam insbesondere in der Einrichtung einer Immediatkommission für die Finanzverwaltung und die gesamten akademischen Angelegenheiten und dem letztendlichen Entscheidungsrecht der Erhalterstaaten in Berufungsfragen zum Ausdruck. Mit dem Jahr 1900 ist die Genehmigung eines Neubaus für das Physikalische Institut und die kurz zuvor erfolgte Erweiterung des mathematischen Lehrkörpers verbunden. Neben der Faszination des Abschlusses eines Jahrhunderts können aus disziplinärer Sicht mit der Formulierung der Quantenhypothese durch Max Planck (1858 – 1947) und dem wegweisenden Vortrag von David Hilbert (1862 – 1943) auf dem II. Internationalen Mathematikerkongress

[4] Helmholtz 1903, § 2

zusätzlich zwei markante physik- bzw. mathematikhistorische Ereignisse für diesen Zeitpunkt angeführt werden.

Inhaltlich und methodisch schließt sich die hier vorgelegte Darstellung an die früher durchgeführten Untersuchungen zu den Universitäten Leipzig und Halle-Wittenberg an.[5] Die Analyse der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik in Jena konzentriert sich folglich auf die Entwicklung der theoretischen und mathematischen Physik sowie die mit ihrer gegenseitigen Einflussnahme verknüpften Probleme. Dabei kommen inhaltliche, didaktische und methodische Aspekte gleichermaßen zum Tragen. In einem ersten Schwerpunkt werden die Veränderungen im Lehrkörper der beiden Fächer und die bei der Neubesetzung der Stellen hervortretenden Motive studiert. Eine wichtige Besonderheit der Jenaer Verhältnisse ist das Mitspracherecht jedes Erhalterstaates bei den Entscheidungen über Universitätsangelegenheiten, also speziell auch bei den Berufungen. Unterschiedliche Meinungen der Erhalter konnten den Entscheidungsprozess erheblich verzögern. Einen zweiten Schwerpunkt bildet die Analyse der Forschungstätigkeit der Jenaer Mathematiker und Physiker, die wesentlich aus dem Studium und der kritischen Bewertung der entsprechenden Publikationen besteht. Diese zeigt deutlich, ob und in welchem Umfang die einzelnen Wissenschaftler an der Gestaltung der mathematischen bzw. theoretischen Physik beteiligt waren, ob sie deren Entwicklung mit neuen Impulsen förderten. Weiterhin ist darauf zu achten, ob bestehende Forschungstraditionen fortgesetzt oder neue begründet wurden, eine Problematik, die es auch bei der Beurteilung der Berufungspolitik zu berücksichtigen gilt. Neben den Forschungsaktivitäten bildet schließlich die Lehrtätigkeit einen dritten Untersuchungsschwerpunkt, um den Stellenwert der Beziehungen zwischen Mathematik und Physik abzuschätzen. Die Beteiligung der einzelnen Hochschullehrer an der Lehre von Themen der mathematischen bzw. theoretischen Physik oder am Aufbau einer Vorlesungsreihe zu diesen Fachgebieten liefern hierzu wertvolle Hinweise. Aus der Betrachtung der tatsächlich stattgefundenen Vorlesungen und den zugehörigen Teilnehmerzahlen ergeben sich außerdem noch Ansatzpunkte, inwieweit die beiden Teilgebiete seitens der Studierenden anerkannt und rezipiert wurden.

[5] Schlote 2004a; Schlote 2008; Schlote/Schneider 2009a; Schlote/Schneider 2009b

Die Darlegungen basieren vornehmlich auf der Auswertung von Archivalien im Universitätsarchiv Jena sowie in einigen relevanten Staatsarchiven. Da für die Universität Jena im Untersuchungszeitraum meist vier Erhalterstaaten zuständig waren, handelt es sich um die Staatsarchive in Weimar, Altenburg, Gotha und Meiningen. Aus Zeitgründen konnten nur die Materialien in Altenburg und Weimar ausgewertet werden.

Der Präsentation der zu den genannten Schwerpunkten erhaltenen Resultate ist ein einführendes Kapitel vorangestellt, in dem die allgemeinen Rahmenbedingungen für die Entwicklung der Jenaer Universität skizziert und der Anschluss an die Blütezeit von Literatur und Philosophie in Jena und Weimar hergestellt werden. Das darauf folgende umfangreiche dritte Kapitel behandelt die Entwicklung der Personalsituation bei den Lehrkräften für Mathematik, Physik und Astronomie. Die ungewöhnlich lange Zusammenfassung der Physik und Mathematik in einem Ordinariat verdeutlicht speziell die stets sehr geringen finanziellen Spielräume bei der Gestaltung der Universität. Symptomatisch erscheint, dass letztlich die Aufteilung in zwei Lehrstühle erst durch die Zuschüsse einer Stiftung realisiert werden konnte. Die Analyse der Lehrtätigkeit zur mathematischen und theoretischen Physik bildet den Inhalt des vierten Kapitels. Ein besonderer Aspekt ist dabei die Einrichtung eines Übungsbetriebs in Form von Seminaren, die jedoch anders als an mehreren anderen deutschen Universitäten nicht direkt zu einer Institutsgründung führten. Das folgende Kapitel ist dann den Forschungen der Mathematiker und Physiker gewidmet. Als wichtiges Merkmal trat die Entstehung und Etablierung einer theoretisch-optischen Forschungstradition mit enger Bindung an den wissenschaftlichen Instrumentenbau hervor. Gleichzeitig spielten in mathematischen Untersuchungen Themen mit einem engeren Bezug zu physikalischen Problemen eine vernachlässigbar geringe Rolle, so dass die mathematische Physik deutlich unterentwickelt blieb. Die Rolle von lokalen gelehrten Gesellschaften bei der Formung und Ausgestaltung der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik steht im Mittelpunkt des sechsten Kapitels. Als Stätten des interdisziplinären Gedankenaustauschs und durch teilweise günstige Publikationsmöglichkeiten konnten sie teilweise einen beachtenswerten Beitrag zu diesem Prozess liefern. Ein Spezifikum der Jenaer Situation scheint zu sein, dass

die regionalen Organisationen lange Zeit gegenüber den großen Akademien wie der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig oder der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher (Leopoldina) einen stärkeren Einfluss ausübten. Das abschließende achte Kapitel präsentiert schließlich eine Einbettung der Jenaer Entwicklung der Wechselbeziehungen zwischen den beiden Disziplinen in den nationalen und internationalen Kontext. Dadurch werden die Besonderheiten des Einzelfalles Jena im Vergleich zu den allgemeinen Charakteristika, wie sie etwa von C. Jungnickel und R. McCormmach herausgearbeitet wurden, sichtbar.[6] Die sich darin manifestierende Dialektik von Speziellem und Allgemeinem gibt dieser Studie einen gewissen Reiz und macht sie sowohl für die Geschichte der Friedrich-Schiller-Universität Jena als auch als Einzelfallbeispiel für die Herausbildung der theoretischen Physik und deren Korrelation zur Technik in Deutschland interessant.

[6] Jungnickel/McCormmach 1986

2 Thüringen und seine Universität am Anfang des 19. Jahrhunderts

Kaum eine andere deutsche Universität hat in den Jahrzehnten um die Wende zum 19. Jahrhundert eine so bewegte Entwicklung durchlaufen wie die Jenenser. Für etwa ein Jahrzehnt, von 1790 bis 1803, war Jena im Verein mit den in der Umgebung des Weimarer Hofes lebenden Dichtern und Denkern der geistige Mittelpunkt Deutschlands. Friedrich Schiller (1759 – 1805), Carl Leonhard Reinhold (1757 – 1823), Johann Gottlieb Fichte (1762 – 1814), Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770 – 1831) und Friedrich Wilhelm Josef Schelling (1775 – 1854) wirkten, unterstützt von Minister Johann Wolfgang Goethe (1749 – 1832), Johann Gottfried Herder (1744 – 1803) und Christoph Martin Wieland (1733 – 1813), neben- bzw. nacheinander an der Alma Mater Jenensis.[7] Durch diese Glanzperiode wurden Jena und Weimar weithin bekannt und fest in der europäischen Geistesgeschichte verankert.

Für die nachfolgenden Untersuchungen zur Entwicklung von Mathematik und Physik an der Salana sollen einleitend einige Anknüpfungspunkte an diese Glanzperiode hergestellt sowie einige allgemeine Entwicklungsfaktoren skizziert werden. Ein wichtiger Punkt ist dabei die Finanzierung und territoriale Zugehörigkeit der Universität Jena. 1548 als Ersatz für die im Ergebnis des Schmalkaldischen Krieges verlorene Universität Wittenberg vom sächsischen Fürsten Johann Friedrich I. (1503 – 1554) als Landesuniversität des ernestinischen Sachsens gegrün-

[7] Diese Glanzperiode der Jenaer Universität in ihrer Komplexität einschließlich der vielschichtigen Konstellation ihrer Entstehung und ihres Abschwungs wurde eingehend im Rahmen des Sonderforschungsbereiches (SFB) «Ereignis Weimar-Jena. Kultur um 1800» untersucht. Aus der Vielzahl der aus diesen Forschungen hervorgegangenen Publikationen seien stellvertretend [Breidbach/Ziche 2001]; [Bach u. a. 2008] und [Kublik 2009] genannt, für einen Überblick über alle Publikationen des SFB sei auf die Internetseite www2.uni-jena.de/ereignis/ (Stand: Oktober 2010) verwiesen.

Abbildung 2.1
Friedrich Wilhelm Joseph Schelling, Extraordinarius in Jena 1798 – 1799

det, war sie ab 1572, dem Beginn der ernestinischen Landesteilung, die «Gesamtuniversität» mehrerer Herzogtümer, und zwar der aus den verschiedenen Teilungen hervorgegangenen ernestinischen Thüringer Kleinstaaten. Als Folge dessen wurde die Alma Mater Jenensis dann stets von mehreren Fürstenhöfen, den sogenannten Nutritoren, unterhalten und sah sich mit verschiedenen wechselnden Abhängigkeiten konfrontiert.

2.1 Thüringen und die Industrielle Revolution

Nach der Niederlage der ernestinischen Herzogtümer an der Seite Preußens im Krieg gegen Frankreich konnten diese Kleinstaaten nach 1806 im Gegensatz zur Entwicklung in anderen Teilen Deutschlands ihre Fortexistenz sichern. Der Wiener Kongress änderte an diesem Zustand wenig. Für das Herzogtum Sachsen-Weimar-Eisenach brachte er aber einen beachtlichen Gebiets- und Bevölkerungszuwachs durch einige ehemals kursächsische Gebiete sowie dank der Protektion Russlands[8] die

[8] Das Herzogtum war seit 1804 mit Russland durch die Hochzeit des Erbprinzen Carl Friedrich (1783 – 1853) mit der russischen Großfürstin Maria Pawlowna (1786 – 1859) verbunden.

Aufwertung zum Großherzogtum und damit eine klare Vorrangstellung unter den Thüringischen Staaten. 1826 kam es nochmals zu einer Gebietsveränderung, da nach dem Tod des Herzogs von Sachsen-Gotha-Altenburg dessen Linie erlosch und das Herrschaftsgebiet aufgeteilt wurde. Gemäß dem Erbteilungsvertrag wurden die Herzogtümer Sachsen-Meiningen, Sachsen-Coburg-Gotha und Sachsen-Altenburg an Stelle der vorherigen vier Kleinstaaten Sachsen-Gotha-Altenburg, Sachsen-Meiningen, Sachsen-Coburg-Saalfeld und Sachsen-Hildburghausen gebildet. Zusammen mit dem Großherzogtum, das an der Gebietsaufteilung nicht beteiligt war, bildeten sie fortan die Erhalterstaaten der Universität Jena.[9]

In ökonomischer Hinsicht dominierte die Landwirtschaft bei einer überwiegend dünnen Besiedlung. Aufgrund der günstigen natürlichen Bedingungen und der intensivierten Bodennutzung wurde ein beträchtlicher Überschuss an Getreide und Kartoffeln über den Eigenbedarf erzeugt. Das Bevölkerungswachstum der Thüringischen Staaten für den Zeitraum von 1816 bis 1865 lag mit 48 % deutlich unter dem Durchschnittswert aller Staaten des Deutschen Bundes (ohne Österreich), der 60 % betrug. Im benachbarten Sachsen war das Wachstum doppelt so hoch. Gleichzeitig nahm die Abhängigkeit von Preußen zu, das sich auf dem Wiener Kongress wieder als Großmacht etablieren konnte und das unter anderem Teile Nordthüringens, Erfurt, das Zentrum der Region, und einige zentralthüringische Enklaven umfasste. Nachdem Versuche, sich dieser Abhängigkeit zu entziehen, scheiterten, traten die Thüringer Kleinstaaten 1833 dem preußischen Zollverein bei.[10] Profiteur dieser Einigung war vor allem die Wirtschaft. Der Übergang zu einer großgewerblich-industriellen Produktion trat stärker hervor, doch noch fehlte der Impuls zur Industrialisierung. Um 1840 kam es zwar zum Einsatz der ersten Dampfmaschinen[11], eine Breitenwirkung blieb aber zunächst aus. Die Anlieferung der für den Betrieb der Maschinen notwendigen Kohle stellte ein schwerwiegendes Problem dar, das fast nur durch einen

[9] Eine Übersicht über die Territorien der vier Herzogtümer vermittelt die Karte 1 am Anfang des Buches (Vorsatz).

[10] Eine genauere Darstellung des schwierigen Wegs der Thüringer Kleinstaaten zu einer preußisch-thüringischen Zolleinigung gibt F. Facius in seiner Abhandlung in [Patze/Schlesinger 1978], S. 17 – 30.

[11] Etwa zum gleichen Zeitpunkt waren beispielsweise in Preußen allein im Bergbau 174 Dampfmaschinen im Einsatz. (Nipperdey 1985, S. 188)

Eisenbahnanschluss zu lösen war. Bis 1850 waren etwa 27 ortsfeste Dampfmaschinen in Thüringen, vorrangig in der Textilproduktion, in Betrieb. Einige Städte, wie Weimar, Erfurt und Eisenach, erhielten zwar bereits 1847 durch den Bau der Strecke Halle-Erfurt-Kassel einen Zugang zum Eisenbahnnetz, doch ging der weitere Ausbau zuerst nur langsam voran. Ab 1853 war die Einfuhr westfälischer Kohle auf dem Schienenweg möglich, ab 1865 kam die Verbindung zum näher gelegenen Zwickau-Chemnitzer Revier hinzu. In den beiden Jahrzehnten bis 1870 hat sich die Zahl der Dampfmaschinen bei Einbeziehung der preußischen Teile Thüringens dann etwa verzehnfacht. In den vier Jahrzehnten von 1830 bis 1870 wuchs der Anteil der in Industrie, Handel, Verkehr und Gewerbe Tätigen an der berufstätigen Bevölkerung von etwa 40 % auf 47,1 %, während der Anteil der in der Landwirtschaft Beschäftigten um etwa 4 % auf 36,2 % zurückging.[12]

Mit dem Ausbau des Eisenbahnnetzes und der zunehmenden Verbreitung der Dampfmaschine wurde auch in Thüringen die Basis für eine umfassende Industrialisierung geschaffen und eine Umstrukturierung der Wirtschaft in Gang gesetzt. Mehrere der früheren Zentren gewerblicher Produktion wandelten sich zu lokalen industriellen Zentren, beispielsweise der Wollverarbeitung (Gera, Greiz), der Wirkwarenproduktion (Apolda), der Produktion von Handfeuerwaffen (Suhl), der Herstellung von Porzellan und Steingut usw. Im Unterschied dazu bildeten die Anfänge der feinmechanisch-optischen Industrie in Jena eine Reaktion auf den entstandenen wissenschaftlichen Bedarf, ohne dass zuvor eine breite handwerkliche Basis existierte. Der große Aufschwung des aus der Werkstatt von Carl Zeiss (1816 – 1888) hervorgehenden Unternehmens fiel in die Zeit nach 1866 und war mit der wissenschaftlichen Durchdringung der Produktion und dem Wirken Ernst Abbes verbunden.[13] Thüringen entwickelte sich nach Sachsen, dem Rheinland und Westfalen zum «vierte[n] Ballungsgebiet der aufstrebenden kapitalistischen Industrie». Die Wirtschaftskraft der Thüringer Industrie war wegen der wenig vorhandenen Schwerindustrie geringer als die der

[12] Patze/Schlesinger 1978, S. 150

[13] Eine ausführliche Geschichte der Zeiss-Werke in Jena legte A. Hermann [Hermann 1995] vor.

anderen Gebiete, zudem gab es bei aller Vielgestaltigkeit beachtliche Strukturmängel.[14]

Die Stadt Jena war ein «Spätentwickler» und hat in diesen Jahrzehnten lange ihren fast kleinstädtischen, sehr stark von der Universität geprägten Charakter behalten. In einem halben Jahrhundert, zwischen 1820 und 1871, erhöhte sich die Einwohnerzahl der Stadt von 4758 um etwa 81 % auf 8620, und bis 1880 um weitere 20 % auf 10326, um sich dann in den zwei Jahrzehnten bis zur Jahrhundertwende nochmals zu verdoppeln.[15] Trotzdem war die Stadt zu diesem Zeitpunkt nach der Zahl der Einwohner kleiner als die Thüringer Nachbarstädte Gotha, Weimar und Gera, zu Erfurt und den Universitätsstädten Leipzig und Halle war der Unterschied gravierend. Lange schien es, als sei die Industrielle Revolution an Jena vorbeigegangen. Erst 1864 wurde die erste Dampfmaschine in einem Textilunternehmen der Stadt in Betrieb genommen. Es bedurfte weiterer zehn Jahre, ehe Jena als letzte deutsche Universitätsstadt ins deutsche Eisenbahnnetz integriert wurde. 1874 wurde die Bahnlinie längs des Saaletals fertiggestellt, zwei Jahre später kamen die Verbindungen nach Weimar und Gera hinzu. Für den in den 70er Jahren beginnenden wirtschaftlichen Aufschwung war dann «die Synthese zwischen Wissenschaft und Technik» entscheidend, «die letzten Endes den Anstoß zur Standortbildung der optischen Werke gab».[16] Im Sog des Aufblühens des Zeiss'schen Unternehmens und des damit in enger Verbindung stehenden Glaswerkes von Otto Schott (1851 – 1935), aber auch völlig unabhängig davon siedelten sich zahlreiche weitere Produktionsstätten in Jena an, so zum Baugewerbe, zur Eisen- und Metallverarbeitung, Verlage, Druckereien u. a. Die Universität profitierte von diesem Aufschwung durch die ihr über die 1889 gegründete Carl-Zeiss-Stiftung zufließenden Mittel in hohem Maße. In raschem Tempo profilierte sich die Stadt nun als Universitäts- und Industriestandort. Im Vergleich mit den Nachbarstädten wie Weimar, Apolda oder Gera war das Wachstum stärker und verlief nahezu kontinuierlich.

[14] Hess 1991, S. 95 f. Eine Darstellung des wirtschaftlichen Aufschwungs bis zur Wende zum 20. Jahrhundert gibt Hess auf den Seiten 95 – 146.

[15] Steinmetz 1958, S. 368; Schultze 1955, S. 79

[16] Schultze 1955, S. 119

Vor diesem allgemeinen Hintergrund soll nun ein Blick auf die Situation und die Veränderungen an der Universität Jena in den Jahrzehnten um 1800 geworfen werden.

2.2 Die Blüte der Universität Jena um 1800 und ihr Weg ins 19. Jahrhundert

Der ungewöhnliche Aufstieg der Jenaer Universität und des Weimarer Hofes ist bereits mehrfach dargestellt und analysiert worden, nicht selten verbunden mit einer glorifizierenden inadäquaten Einschätzung der Rolle Goethes in der Wissenschaftspolitik des Herzogtums. Dieser vielschichtige Prozess kann hier nur mit einigen Stichpunkten umrissen werden, für eine sehr detailreiche, auf umfangreichem Quellenmaterial basierende Untersuchung zum Wirken Goethes sei auf die Monographie *Vom Regieren zum Gestalten* von G. Müller verwiesen, die zugleich eine faktenreiche Darstellung zur Jenaer Universitätsgeschichte von 1775 bis etwa 1820 ist.[17]

Bereits 1741 hatte das neu entstandene Herzogtum Sachsen-Weimar-Eisenach die geistige Führung bei der Lenkung der Universität vom Sachsen-Gothaer Hof übernommen, da Jena nun wieder in deren Herrschaftsgebiet lag und der Weimarer Herzog damit formal als Rektor der Universität fungierte.[18] Die Finanzierung der Universität erfolgte je zur Hälfte von den Fürstenhöfen Sachsen-Weimar und Sachsen-Gotha, wobei Letzterer in mehrere kleinere Herzogtümer zerfiel. Zeitweise stellten einige Herzogtümer ihre Beteiligung am Unterhalt der Salana ein, traten aber nicht aus der hausrechtlichen Nutritorengemeinschaft aus. Sie erhielten sich so die Möglichkeit, in den Kreis der Geldgeber zurückzukehren und die Alma Mater auch als ihre «Landesuniversität» zu betrachten. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts zeichneten die Herzogtümer Sachsen-Weimar-Eisenach, Sachsen-Gotha-Altenburg, Sachsen-Meiningen und Sachsen-Coburg-Saalfeld für den Unterhalt der Universität verantwortlich. Trotz der unbestrittenen Führungsrolle des Weimarer Hofes musste sich dieser aber in allen Universitätsange-

[17] Müller 2006

[18] Sachsen-Weimar-Eisenach entstand 1741, indem der Herzog von Sachsen-Weimar nach Erlöschen der Sachsen-Eisenacher-Linie deren Gebiet erwarb.

legenheiten aufgrund des sogenannten Konformitätsprinzips mit den anderen Herzogtümern absprechen. Dies bedingte einen beträchtlichen Aufwand hinsichtlich Organisation und Kommunikation und hat viele Reformbestrebungen und Neuerungen von vornherein zum Scheitern verurteilt oder zumindest abgeschwächt. Mehrere neuere Darstellungen konstatieren außerdem bei allen Beteiligten, sowohl auf Seiten der Regierungen, als auch der Universitätsgremien, nur eine geringe Bereitschaft zu Reformen und ein gegenseitiges Blockieren.[19] Viele Entscheidungen, etwa bei Berufungen, wurden erheblich verzögert. Den Professoren brachte aber diese Situation teilweise eine größere Freiheit in ihren Vorlesungen und Forschungen.

Einzeln und auch bei vereintem Vorgehen militärisch zu schwach und unbedeutend, um auf der politischen Bühne nachhaltig Gehör zu finden, konnten sich die einzelnen Herzogtümer darauf konzentrieren, beispielsweise auf den Gebieten der Kultur und Bildung eigene Ideen hervorzubringen und einige Akzente zu setzen. Dabei rückte trotz der Widerstände an den Höfen in Altenburg und Coburg in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts eine liberale, aufklärerische Geisteshaltung in den Vordergrund, mit der Herzogin Anna Amalia (1739 – 1807) und ihrem Sohn Carl August (1757 – 1828) als den wichtigsten Herrscherpersönlichkeiten. Unter der Herrschaft des jungen Carl August, zunächst durchaus gelenkt und unterstützt von seinen Ministern und Beratern, entfaltete sich in Weimar ein geistiges Leben, das die Stadt über den deutschsprachigen Raum hinaus bekannt und ihn zu einem der bedeutendsten thüringischen Fürsten werden ließ.

Die Universität Jena profitierte ebenfalls von dieser Geisteshaltung. In ihrem Charakter war sie in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, nach mehreren Versuchen der Herzöge als Erhalter der Universität, in die Belange derselben reglementierend einzugreifen, zu ständestaatlichen Formen zurückgekehrt. Dies brachte für die Salana unter anderem eine gewisse Stabilität in der Lehr- und Wissenschaftsfreiheit sowie in der finanziellen und wirtschaftlichen Autonomie.[20] Gepaart mit den aus den Bestrebungen zu einer Reform der Staatsverwaltung hervorgehenden Ideen kam es zu einer effektiven Umgestaltung und Reorganisation

[19] Neben [Müller 2006] sei die Studie von Ventzke [Ventzke 2004] genannt, die aber ganz im 18. Jahrhundert angesiedelt ist.

[20] Bauer 2001, S. 55

des Korporationsmodells, so dass «sich in Lehre und Wissenschaft [...] ein freies Spiel der Kräfte entfalten» konnte.[21] Die Entwicklung gipfelte letztlich in dem paradoxen Phänomen, «daß eine Universität, die um 1800 in ihrer Verfassung und Struktur noch völlig traditionell war, deren Professoren noch 1810 darüber Beschwerde führten, daß ihre Substantialbesoldung seit drei Jahrhunderten nicht mehr erhöht worden sei, und deren institutionelle und materielle Ausstattung stets ein dürftiges Bild bot, am Ende des 18. Jahrhunderts eine der geistig führenden deutschen Universitäten» wurde, «das Universitätssterben am Ende des Alten Reiches allen Untergangsprognosen zum Trotz überlebte und in den Jahren nach 1813 wiederum einen neuen Höhepunkt ihrer Geschichte erreichte.»[22] Wichtige Faktoren für die in den 1790er Jahren kulminierende Entwicklung waren eine Verbesserung der ökonomischen Verhältnisse und ein neu aufflammendes Interesse der Erhalter der Universität an den Wissenschaften im Allgemeinen und der Lehranstalt im Besonderen, wobei bei Letzterem speziell das abgestimmte Vorgehen des Weimarer und des Gothaer Hofes hervorzuheben ist. Das von Goethe und dem Minister Christian Gottlob Voigt (1743 – 1819) stark beeinflusste Agieren des Weimarer Herzogs gegenüber der Salana war zum einen von einer liberalen, dem einzelnen Universitätsgelehrten relativ große Freiheiten eröffnenden Haltung, zum anderen vom Bestreben nach stärkerer Reglementierung und Kontrolle der Eigenständigkeit der Universität sowie der akademischen Disziplin geprägt. Dies bildete, ausgehend von dem allgemeinen Umbruch im Geistesleben von der Aufklärung zur idealistischen Philosophie, den Rahmen für die Berufungen von Fichte, August Wilhelm Schlegel (1767 – 1845), Schelling und Hegel, die Jena zu einem Zentrum für die kritische Auseinandersetzung mit der Kant'schen Philosophie und deren Weiterentwicklung machten, und für die Schaffung der sogenannten «extraordinären Universität».[23] Gleichzeitig erreichten die Disziplinarmaßnahmen gegen die Studenten einen Höhepunkt.

Die extraordinäre Universität war charakterisiert durch junge Gelehrte, die als Privatdozenten, außerordentliche Professoren oder Honorarprofessoren durch den Herzog bzw. seine Minister für die Univer-

[21] Bauer 2001, S. 56
[22] Müller 2001, S. 191
[23] Müller 2001

sität gewonnen wurden, und durch die Schaffung außeruniversitärer wissenschaftlicher Einrichtungen. Letztere erfüllten aber wichtige Lehraufgaben für die Universität und dienten auch der Forschung. Sie wurden zumindest teilweise von Universitätsangehörigen geführt und sorgten in einzelnen Fällen weitgehend selbst für ihren Unterhalt. Diese verschiedenen Einrichtungen, wie Bibliotheken, Sammlungen und Institute, wurden nicht aus den Mitteln der Universität finanziert, sondern meist aus dem herzoglichen Privatvermögen, und unterstanden der direkten Aufsicht des Herzogs, de facto seines Beraters Goethe. Auch die genannten Lehrkräfte erhielten keine regulären Gehälter, sondern neben den Kolleggeldern höchstens private Zuwendungen vom Weimarer Herzog, der die Berufungen vorwiegend ohne Befragen der Fakultät aussprach. Die extraordinäre Universität war einerseits eine Reaktion des Herzogs, im Rahmen der finanziellen Restriktionen auf neue Fortschritte in den Wissenschaften zu reagieren, sie sollte aber andererseits zugleich seinen Einfluss auf die Universität stärken.

Noch ehe der in einer Atmosphäre der Toleranz und einer gewissen Freiheit des Philosophierens entstandene Aufschwung an der Jenenser Universität sich umfassend entfalten und eine Breitenwirkung erzeugen konnte, kündigte sich schon das Ende an. Aus dem Zusammenspiel globaler und lokaler Faktoren entstand eine vielschichtige komplexe Situation, die speziell für die Salana den Charakter einer Krise annahm. Infolge der militärischen Erfolge Napoleons bis 1801 wurden in den folgenden Jahren mit der Abtretung Reichsitaliens und der linksrheinischen Gebiete, der Entschädigung der betroffenen Fürstenhäuser im verbleibenden Reichsgebiet und der Aufhebung von über 100 geistlichen und reichsstädtischen Territorialherrschaften rasch gravierende territorialpolitische Veränderungen realisiert. Das Herzogtum Sachsen-Weimar-Eisenach blieb zwar davon verschont, doch war es wie die übrigen Kleinstaaten stets mit der Gefahr konfrontiert, ebenfalls von dieser «Flurbereinigung» erfasst zu werden. Die territorialen Veränderungen bedingten ihrerseits eine grundlegende Umgestaltung in der Universitätslandschaft und leiteten unter anderem den als Universitätssterben bekannten Prozess ein. Diesem Schicksal konnte sich die Alma Mater Jenensis mit Geschick entziehen, der Konkurrenzdruck wurde jedoch ungleich größer.

> «Das jahrhundertealte, filigrane Netzwerk der miteinander konkurrierenden und kooperierenden deutschen Universitäten, ihre

> wechselseitigen Verhältnisse und Niveauabstufungen, ihre Einzugsgebiete, die Wanderungsbewegungen von Studenten und Lehrpersonal – all das zerbrach oder wandelte sich innerhalb kürzester Frist.»[24]

Hart traf die Salana das Ausbleiben der ausländischen, d. h. nicht aus den ernestinischen Staaten stammenden Studenten, sei es, dass einige Regierungen aus Misstrauen gegenüber der liberaleren Haltung der Erhalter bezüglich des Vortrags neuer philosophischer Ideen und einiger politischer Aktivitäten, wie dem Aufblühen der Studentenorden, ihren Untertanen das Studium in Jena untersagten, sei es, dass die Studierenden an die nach der neuen Gebietsaufteilung jeweils zuständige Landesuniversität verwiesen wurden. Innerhalb von sieben Jahren, von 1797 bis 1803, verringerte sich die Zahl der eingeschriebenen Studenten um fast die Hälfte.[25] Hinzu kam das gezielte Abwerben von Lehrkräften durch die finanzstärkeren Staaten wie Preußen oder Bayern. Dabei hatte sich Herzog Carl August bereits seit 1792 stärker an der Universitätspolitik Preußens orientiert und versucht, bei einzelnen Angelegenheiten, zum Beispiel bei der Bekämpfung der Studentenorden, ein reichsweit einheitliches Vorgehen zu erreichen. Nach der Thronbesteigung Friedrich Wilhelms III. (1770 – 1840) in Preußen im Jahre 1797 war die Diskussion um die Reform und den Bestand der alten deutschen Universitäten neu angefacht worden. Nur mit Mühe vermochten Goethe und Minister Voigt, Herzog Carl August von der Übernahme der Berliner Verordnung zur Verhütung von Studentenexzessen abzubringen, die massiv in die Rechte der Universitätsgerichtsbarkeit eingriff und starken Widerspruch unter den preußischen Universitäten hervorrief.

In dieser schwierigen, schwer steuer- und beeinflussbaren Interessenlage begann mit der nach Auseinandersetzungen mit dem Weimarer Staatsministerium am 1. April 1799 erfolgten Entlassung Fichtes die Abwanderung jener jungen Gelehrten, die mit ihrem Wirken den Aufschwung der Universität getragen hatten. Zwei Jahre später, 1801, folgte der Mediziner Christoph Wilhelm Hufeland (1762 – 1836) ei-

[24] Müller 2006, S. 437

[25] Rasche 2001, S. 120. Rasche gibt in dem Artikel eine detaillierte Analyse der Studentenzahlen an der Universität Jena im Zeitraum 1780 – 1820 und berücksichtigt in seiner Darstellung auch die vorangegangene Entwicklung seit Gründung der Universität Jena im Jahre 1548.

ner Berufung nach Berlin. A. W. Schlegel und sein Bruder Friedrich (1772 – 1829) kehrten der Universität im Jahre 1802 nach sechs- bzw. dreijährigem Aufenthalt in der Saalestadt den Rücken. Nach einem weiteren Jahr wechselten Schelling und der Jurist Friedrich Gottlob Hufeland (1774 – 1839), Bruder des oben genannten, jeweils auf eine Professur in Würzburg und der Mediziner Justus Christian Loder (1753 – 1832) ging nach Halle. Dorthin verlegten im gleichen Jahr 1803 schließlich die Herausgeber der *Allgemeine[n] Literatur-Zeitung und Intelligenzblatt* nach einem durch massive Einschränkung der wissenschaftlichen Meinungsfreiheit hervorgerufenen tiefen Konflikt mit der Obrigkeit das Erscheinen ihrer Zeitschrift.[26]

Die entstandene krisenhafte Situation war vom Weimarer Hof bewusst in Kauf genommen worden, um angesichts der politischen bzw. philosophisch-ästhetischen Meinungsverschiedenheiten eine klare Loyalitätsentscheidung herbeizuführen und künftig politische Unannehmlichkeiten durch kritische Äußerungen bzw. Aktivitäten der Hochschullehrer weitgehend zu vermeiden. Die Bewältigung der schwierigen Lage, die nicht ohne eine Neuausrichtung der Universität erfolgen konnte, trug wesentlich die Handschrift Goethes. Im Sommer 1801 bzw. 1802 hatte er sich über die Verhältnisse an den damals führenden Universitäten Göttingen und Halle vor Ort informiert, die speziell hinsichtlich ihrer Organisationsformen als die modernsten des Reiches galten. Sich daran orientierend und dem Konformitätsprinzip der vier Nutritoren Rechnung tragend, war er bestrebt, die Reihe der nur unter der Kontrolle des Weimarer Hofes stehenden Wissenschaftseinrichtungen so weit wie möglich zu erweitern. Sehr rasch wurde der Verlust der *Allgemeinen Literatur-Zeitung* durch die Gründung eines neuen Organs, der *Jenaische[n] Allgemeine[n] Literatur-Zeitung* ausgeglichen. Obwohl auch in den folgenden Jahren mehrere Gelehrte Jena den Rücken kehrten, gelang es, dies zumindest personell weitgehend auszugleichen und den Lehrbetrieb zu sichern, ohne jedoch die frühere Spitzenstellung in der Philosophie zu behaupten. Innerhalb kurzer Zeit, bis etwa zur Jahresmitte 1804, brachte Goethe große Teile der neben der Universität existierenden Wissenschaftsinfrastruktur unter die Kontrolle des Weimarer Hofes. Das

[26] Kotzebue hatte den bevorstehenden Wechsel im Sommer 1803 erstmals in seiner Zeitung, *Der Freymüthige*, öffentlich gemacht und mit seiner Prophezeiung des Untergangs der Jenaer Universität die Stimmung zu einer Panik aufgeheizt.

System der extraordinären Universität wurde damit beträchtlich ausgebaut und der Herzog resp. Goethe sicherten dem Hof so eine solide Basis, um unabhängig von den übrigen Nutritoren und ohne den Status und die Rechte der Universität anzutasten, auf deren Entwicklung Einfluss nehmen zu können. Durch das gemeinsame Wirken von Goethe, dem Minister Voigt und dem nutritorischen Kommissar August Friedrich Karl Freiherr von Ziegesar (1746 – 1813), der ab 1804 das Wirtschafts- und Finanzwesen der Salana umgestaltete, war nicht nur die von einigen Zeitgenossen prophezeite Krise bewältigt, sondern zugleich der Wandel der Jenaer Universität von einer autonomen ständischen Kooperation zu einer Staatsanstalt in Gang gesetzt worden.

Die eingeleitete Entwicklung wurde in den folgenden beiden Jahren konsequent fortgesetzt, bevor sich die Situation durch den Krieg zwischen Frankreich und Preußen dramatisch verschlechterte. Durch die Schlacht bei Jena und Auerstedt waren Stadt und Universität von den Kriegsereignissen unmittelbar betroffen. Einrichtungen der Universität wurden zerstört, Professorenhäuser geplündert, zahlreiche Studenten flohen aus der Stadt.[27] Durch geschicktes Agieren von Goethe und Voigt konnte jedoch die Schließung der Universität verhindert werden.[28] Beide gingen schon vor dem offiziellen Beitritt des Herzogtums zum Rheinbund daran, der Universität ein den veränderten Bedingungen entsprechendes Profil zu geben und sie auf die kommenden notwendigen Reformen in Finanzwesen, Organisation und Struktur vorzubereiten. Mit dem Historiker Heinrich Luden (1778 – 1847) und dem Naturforscher Lorenz Oken (Okenfuß) (1779 – 1851) konnten in diesen schwierigen Jahren zwei anerkannte Gelehrte für die Philosophische Fakultät der Salana gewonnen werden, die jedoch zugleich 1807 den Wechsel Hegels aus finanziellen Gründen auf eine Redakteursstelle in Bamberg zu verzeichnen hatte. In den folgenden Jahren kam die Entwicklung der Universität nur langsam voran, die Studentenzahlen

[27] Für das Wintersemester 1806/07 hatten sich nach Rasche nur 31 Studenten immatrikuliert. (Rasche 2001, S. 125)

[28] Ein Vorteil war dabei Napoleons Strategie, Preußen von seinen Verbündeten, insbesondere von Sachsen, zu isolieren, während sich die reservierte Haltung des Herzogs gegenüber Napoleon und die verwandtschaftlichen Beziehungen zur russischen Zarenfamilie eher als hinderlich erwiesen. Rußland befand sich seit 1805 im Kriegszustand mit Frankreich und griff Ende 1806 aktiv an der Seite Preußens in die Kämpfe ein.

blieben mit Ausnahme des Jahres 1810 mit unter 200 auf niedrigem Niveau. Die Alma Mater Jenensis stand nun im Schatten der Universitäten in Göttingen und Leipzig sowie sehr bald in dem der 1810 gegründeten Berliner Universität. Zudem wurden bei einer Visitation der Universität durch Herzog Carl August im Mai 1810 Lücken im Lehrangebot festgestellt und es zeigten sich einige Differenzen in den Auffassungen des Herzogs und Goethes in der weiteren Ausgestaltung der Wissenschaften. Geleitet von einer ganzheitlichen Auffassung der Naturwissenschaft versuchte Goethe in jenen Jahren, verschiedene Pläne des Herzogs zu unterlaufen, mit teilweise ungünstigen Auswirkungen für die Entwicklung der Naturwissenschaften an der Salana. In seinem Bericht über den Zustand der Museen und anderer wissenschaftlicher Anstalten zu Jena vom November 1812 plädierte er beispielsweise für ein Wegfallen der Professur für Physik, da sich der Philosoph, der Mathematiker und der Chemiker diese Wissenschaft teilen könnten.[29] Er hat sich mit dieser Auffassung zwar nicht durchsetzen können, wohl aber die Wiedereinrichtung eines Ordinariats für Physik verhindert. Inzwischen hatte jedoch Herzog Carl August bereits in dem Jahr nach seiner Visitation in Jena einige Maßnahmen zur Beseitigung der dabei festgestellten Lücken ergriffen, die zu einer beachtlichen Stärkung der Naturwissenschaften führten. In dieser Zeit berief er, ohne Beratung mit Goethe, den begabten Apotheker und Chemiker Johann Wolfgang Döbereiner (1780 – 1849) und den Mathematiker, Physiker und Astronomen Carl Dietrich Münchow (1778 – 1836) als Extraordinarien, richtete ein chemisches Kabinett ein, dessen Leitung er Döbereiner übertrug, und plante den Bau einer Sternwarte. Letztere wurde 1813 in Betrieb genommen.

Die oben genannten Professoren Luden und Oken wirkten in ihren Vorlesungen schon frühzeitig für einen nationalen Patriotismus, für die Einigung des deutschen Volkes und die Schaffung einer gesamtdeutschen Nation und unterstützten damit den sich vor allem ab 1810 vollziehenden Umschwung im politischen Denken. Die Jenaer Studentenschaft wandelte sich ebenfalls. Der Korpsgeist der alten konservativen Landsmannschaften wich den Reformideen und dem Streben nach Befreiung von der napoleonischen Herrschaft und der staatlichen Einheit

[29] Goethe 1812, S. 955

Abbildung 2.2
Lorenz Oken, Extraordinarius für Medizin in Jena 1807 – 1811, ordentlicher Honorarprofessor für Naturgeschichte 1812 – 1819

Deutschlands. Zahlreiche Studenten schlossen sich dem Lützow'schen Freikorps bzw. einem in Thüringen gebildeten Freikorps im Kampf gegen Napoleon (1769 – 1821) an und brachten nach Abschluss der Kämpfe diese Aufbruchstimmung zurück an die Salana. Jena wurde zu einem Zentrum der Studentenbewegung, von hier ging im Juni 1815 der Aufruf zur Gründung der «Deutschen Burschenschaft» aus, der sogleich mit der Bildung der ersten Burschenschaft umgesetzt wurde. 1817 folgte die Einladung zu einem Verbrüderungsfest aller deutschen Studenten auf der Wartburg. Ein Jahr später wurde die «Allgemeine Deutsche Burschenschaft» in Jena aus der Taufe gehoben. Die Studentenzahlen stiegen in jenen Jahren deutlich an, fielen aber in den 1820er Jahren wieder auf den Stand von 1780 zurück.

Diese Entwicklung war von Herzog Carl August im Rahmen seiner liberal-nationalen Politik teils wohlwollend toleriert, teils unterstützt worden. Bereits 1809 hatte das Herzogtum Sachsen-Weimar-Eisenach nach dem Beitritt zum Rheinbund eine neue Verfassung erhalten, die der Herzog 1816, den Beschlüssen des Wiener Kongresses folgend, erneuerte und erweiterte. Insbesondere garantierte er darin unter anderem die Pressefreiheit und eine Gerichtsbarkeit in drei Instanzen. Mit der

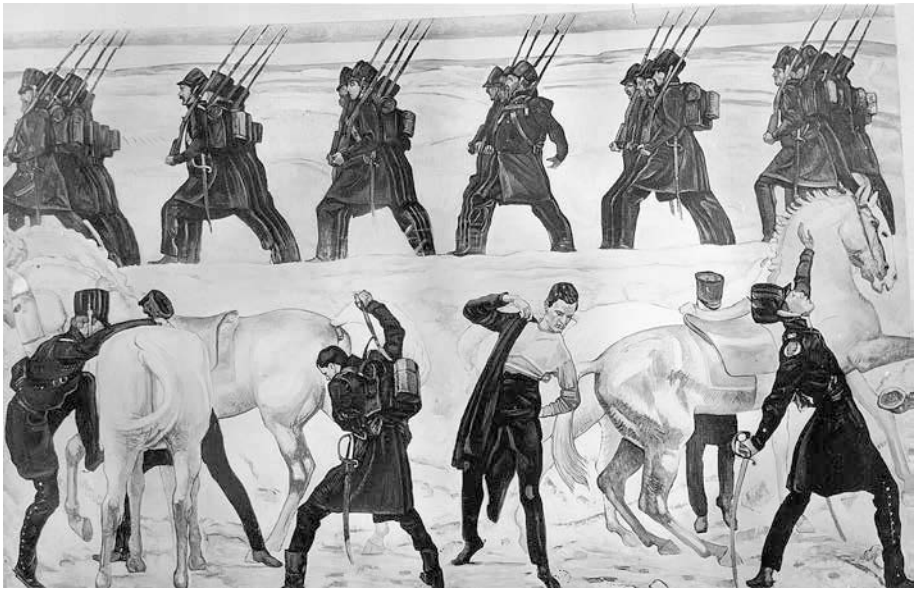


Abbildung 2.3
«Auszug der Jenenser Studenten in den Freiheitskrieg 1813», Gemälde von Ferdinand Hodler; Geschenk für die Universität Jena zu ihrer 350-Jahr-Feier

Einführung der Verfassung begann ein Prozess umfassender Reformen, in deren Verlauf die Staatsfinanzen saniert wurden und sich das Fürstentum in einen modernen Verwaltungsstaat wandelte. Die obersten Staatsbehörden erfuhren durch das Einrichten von Staatsministerien eine Neuorganisation.

Parallel zur Diskussion und Einführung der neuen Verfassung erhielten Reformbestrebungen an der Salana neuen Auftrieb. Die Neuordnung der Finanzen bildete ein Hauptproblem, um die Konkurrenzfähigkeit der Universität und damit ihre Zukunft zu sichern. Die geltende Universitätsverfassung garantierte weder eine dem Entwicklungsstand der Wissenschaften entsprechende finanzielle Ausstattung, noch einen effektiven Einsatz der Mittel. Nach dem Finanzstatus von 1816 war die Universität hoch verschuldet und bei dem aktuellen Etat nicht existenzfähig. Der zuständige Minister Ernst August Gersdorff (1781 – 1852) strebte deshalb eine Neubestimmung des Verhältnisses von Staat und Universität an, wobei beide Seiten Zugeständnisse machen sollten. Die Universität wurde eine korporativ organisierte Landesanstalt, deren

Finanzierung gemäß der Verfassung aus dem Staatshaushalt erfolgte und die der staatlichen Rechnungskontrolle unterlag.[30] Die Nutritorenverfassung erfuhr in diesem Kontext eine Bereinigung. Ab 1817 verzichteten Sachsen-Coburg-Saalfeld und Sachsen-Meiningen auf ihre Mitträgerschaft an der Universität, so dass nur noch Sachsen-Weimar-Eisenach und Sachsen-Gotha-Altenburg als Erhalterstaaten fungierten, was die Verwaltung spürbar vereinfachte. Unmittelbar nach diesem Schritt übernahm ein Rentamtmann die gesamte Rechnungsführung der Universität, ordnete die Finanzverwaltung und verminderte in den folgenden Jahren die Schuldenlast der Universität beträchtlich. Außerdem wurden die staatlichen Zuschüsse verdoppelt, die Gehälter erhöht und die außeruniversitären wissenschaftlichen Anstalten in den Etat einbezogen.[31] Zu diesen Anstalten gehörten u. a. ein physikalisch-chemisches Kabinett und die neue Sternwarte. Mit der vertraglichen Festlegung der Verpflichtungen, die die beiden verbliebenen Erhalterstaaten übernahmen, installierten die beiden Herrscher im Mai 1817 zugleich eine ständige Immediatkommission für die Angelegenheiten der Universität Jena. Im gleichen Jahr erließen sie eine neue Disziplinarordnung für die Studierenden.

Der öffentliche Status der Universität wurde als der eines «mediatisierten» Landstandes im Landtag bestimmt und ihr ein gleichwertiger Platz unter den Landständen zuerkannt. Weiterhin blieb das gleichrangige Verhältnis zwischen Stadt und Universität bestehen bei einer Präzisierung und Modernisierung im Detail.[32]

Als langwierig und schwierig, speziell in der Philosophischen Fakultät, erwiesen sich die Diskussionen um neue Statuten der Fakultäten bzw. der Universität. Mit einigen geschickten, aber rigorosen Bestimmungen beseitigte die Halbjahreskonferenz der Immediatkommission im August 1818 viele Streitpunkte, die einen Fortschritt beim Abfassen der Statuten behindert hatten. Mit der Festlegung, dass eine Bedingung für die Berufung eines Professors als ordentliches Mitglied einer Fakultät das Halten einer lateinischen Rede ist, umging man beispielsweise den

[30] Zur Neubestimmung des Verhältnisses zwischen Universität und Staat vergleiche die Darlegungen von J. Bauer in [Bauer 2001], S. 59 ff. und die dort angegebene Literatur.

[31] Flitner 1972, S. 128

[32] Bauer 2001, S. 60

Vorwurf, den Gebrauch des Lateins als Ausdruck der Gelehrsamkeit bei der Habilitation aufzugeben. Die politischen Ereignisse der folgenden Monate verzögerten jedoch die endgültige Verabschiedung der Statuten und bedingten eine mehrfache Überarbeitung derselben.

Der Aachener Kongress, ein Treffen der Monarchen Rußlands, Österreichs und Preußens mit den Vertretern Großbritanniens und Frankreichs, im Herbst 1818 hatte allgemein die Beratung von Maßnahmen gegen die entstandenen demokratischen und liberal-nationalen Bewegungen zum Ziel, doch spielten die Aktivitäten der Burschenschaften und die fortgeschrittenen Diskussionen über die künftige Verfassung in mehreren deutschen Staaten wie Bayern, Baden, Württemberg und Hessen-Darmstadt eine herausragende Rolle. Eine von österreichischen und preußischen Regierungsvertretern lancierte, von einem Vertrauten des russischen Zaren verfasste Denkschrift zum gegenwärtigen Zustand Deutschlands ließ die deutschen Universitäten und speziell Jena als Hort aufrührerischen Tuns erscheinen. In dieser durch verschiedenste politische Intrigen aufgeheizten Atmosphäre kam es dann in Mainz im März 1819 zur Ermordung des als Agent des Zaren verdächtigten Publizisten und Theaterdichters August Kotzebue (1761 – 1819) durch den Jenaer Burschenschaftler und Anhänger eines radikalen Geheimbundes Karl Ludwig Sand (1795 – 1820). Für die Großmächte war dies ein willkommener Anlass, durch restriktive Maßnahmen die freiheitlich-demokratischen Bestrebungen massiv einzudämmen. Die entsprechenden Gesetze wurden auf einer Ministerialkonferenz in Karlsbad im August 1819 maßgeblich auf Betreiben des österreichischen Staatskanzlers Fürst von Metternich (1773 – 1859) mit Unterstützung Preußens formuliert und im September 1819 von der Frankfurter Bundesversammlung bestätigt. Die Karlsbader Beschlüsse beinhalteten u. a. das Verbot der Burschenschaften, die Aufhebung der Pressefreiheit, die Einrichtung einer staatlichen Aufsichtsbehörde an jeder Universität und die Entlassung politisch unerwünschter Professoren.[33]

Diesen Beschlüssen des Bundestages konnte sich Großherzog Carl August nicht widersetzen, nutzte aber seinen Spielraum bei deren

[33] Zur Entstehung der Karlsbader Beschlüsse und der rechtlich unzulässigen Vorgehensweise Metternichs wird auf die Untersuchungen von Brümmer verwiesen (Brümmer 1991, S. 36 – 44). Brümmer hebt auch die faktisch unbefristete Geltungsdauer des die Universitäten betreffenden Gesetzes hervor (ebenda, S. 43).

Realisierung weitgehend aus. Er verbot die von Luden bzw. Oken herausgegebenen Zeitschriften *Nemesis* und *Isis*[34], genehmigte 1819 die von Letzterem erbetene Entlassung aus dem Universitätsamt, maßregelte den Historiker Luden und den Mediziner Dietrich Georg Kieser (1779 – 1862) und enthob im gleichen Jahr Jakob Friedrich Fries (1773 – 1843), Redner auf dem Wartburgfest, seines Amtes als Ordinarius für Philosophie, nahm aber an dessen privatissime durchgeführten Lehrveranstaltungen zur Mathematik und Physik keinen Anstand[35].

Als ersten außerordentlichen Regierungsbevollmächtigten an der Universität Jena bestellte der Großherzog, nachdem Goethe abgelehnt hatte, den Präsidenten der Landesdirektion in Weimar Philipp Wilhelm Motz (1766 – 1843), der sein Amt am 10. Januar 1820 antrat. Die Dienstinstruktionen waren sehr allgemein gehalten. Er sollte seine Kontrollpflichten ausüben, «ohne unmittelbare Einmischung in das Wissenschaftliche und die Lehrmethode, ohne schädliche Hemmung der freien und nothwendig freizulassenden Lehrtätigkeit, ohne daß die Gesamtheit der Lehrer entmutigt und das Wesen der deutschen Lehranstalten angegriffen werde».[36] Motz hat seine Machtposition durchaus genutzt und war bemüht, diese zu festigen. In seiner Amtszeit erweiterte er die bürokratische Reglementierung der Universität, hat aber auch viele Verbesserungen für sie bewirkt.[37] Die beiden Erhalter der Universität hatten jedoch die Immediatkommission nicht aufgelöst. Die Kommissionsmitglieder sollten sich zwar als dispensiert betrachten, doch erwartete man von den beiden leitenden Kommissaren auch weiterhin, dass sie die akademischen Angelegenheiten verfolgten, sich darüber berieten und die Ministerien mit den nötigen Informationen versorgten.

Das freiere geistige Klima, das die Salana von vielen anderen deutschen Universitäten unterschied, konnte somit zumindest teilweise erhalten werden. Dies hatte jedoch seinen Preis. Die Staatsoberhäupter

[34] Oken wurde zunächst vor die Alternative gestellt, ob er die Herausgabe der Zeitschrift oder sein Amt aufgibt. Da er darauf nicht reagierte, geschah schließlich beides.

[35] Flitner 1972, S. 127. Flitner gibt für die behauptete Lehrtätigkeit von Fries leider keinen Beleg an.

[36] Vollert 1918, S. 8

[37] Zu den Verdiensten von Motz für die Universität und die Stadt Jena sei auf die Schilderung von Vollert verwiesen, siehe insbesondere [Vollert 1918], S. 8 – 11.

einer ganzen Reihe ausländischer (d. h. nicht zu den ernestinischen Ländern gehörender) Staaten beobachteten die liberale Geisteshaltung am Weimarer Hofe mit Argwohn und behinderten das Studium ihrer «Landeskinder» an der Jenaer Universität durch restriktive Immatrikulationsbedingungen. Rußland, Österreich und Preußen hatten ihren Staatsangehörigen das Studium in Jena generell verboten, Studenten anderer Länder durften nur immatrikuliert werden, wenn sie eine Genehmigung ihrer Regierung vorweisen konnten.[38]

Trotz der schwierigen Situation wurde auch das Ringen um das neue Universitätsstatut zu einem Ende gebracht. Nachdem im nationalen Rahmen in einem Rückgriff auf die humanistische Bildungstradition die Universität als «autoritär disziplinierte[n], effizient administrierte[n] Staatsanstalt, die gleichwohl die Tradition der freien Lehre und Wissenschaft in einer streng abgeschirmten Sphäre bewahrte» und jeglichen politischen Aktivitäten absagte,[39] bestimmt und ihr Fortbestand gesichert worden war, wehrten die beiden Kommissare der Immediatkommission mit Unterstützung von Goethe und im Einverständnis mit den Regierungen in Weimar und Gotha die einschneidenden Eingriffe des Regierungsbevollmächtigten Motz ab. Nach mehrfachem wechselseitigen Überarbeiten blieb im Kern der Entwurf von 1818 erhalten, in dem die Fakultäten die konstitutiven Universitätsrechte besaßen und die Träger der akademischen Autonomie waren. Am 5. Oktober 1821 verkündete Motz die von den Erhaltern der Universität genehmigten Statuten. Mit der damit verbundenen juristischen Fixierung der in den vorangegangenen Jahren durchgeführten Maßnahmen fand die Reorganisation der Universität ihren vorläufigen Abschluss. Das hier geformte Universitätsmodell enthielt, nicht zuletzt in Reaktion auf die Karlsbader Beschlüsse, weiterhin einige korporative Elemente und stellt, wie Bauer herausarbeitete, weder «die Kopie Göttingens noch [...] die Übernahme des preußischen Modells der Berliner Universität» dar.[40]

Der erzielte Kompromiss hatte jedoch nur wenige Jahre Bestand. Nach dem Tod von Herzog Carl August im Jahre 1828 wurde schon ein Jahr später eine weitere Statutenreform durchgeführt. Das Universitätsstatut von 1829 verstärkte die Reglementierung der Universität. So wurden

[38] Flitner 1972, S. 129
[39] Müller 2006, S. 703
[40] Bauer 2001, S. 62

die Fakultäten dem Senat untergeordnet, die Kuratorfunktion explizit festgeschrieben und verbliebene liberal-nationale Elemente beseitigt.[41]

[41] Für eine ausführlichere Darstellung der Jenaer Universitätsreform unter besonderer Berücksichtigung der Rolle Goethes sei auf das entsprechende Kapitel in [Müller 2006], S. 593 – 730 verwiesen.

3 Die Veränderungen im Lehrkörper für Mathematik, Physik und Astronomie an der Salana

Nach dieser groben Skizze der politischen und ökonomischen Rahmenbedingungen sowie der Verhältnisse an der Alma Mater Jenensis um 1800 soll im Folgenden die dortige Entwicklung von Mathematik und Physik für den nach den Befreiungskriegen mit den Bemühungen um Reformen und den Diskussionen um ein neues Universitätsstatut beginnenden Zeitabschnitt dargestellt werden. Dazu ist ein Blick auf die vorausgegangenen Ereignisse in den beiden Disziplinen notwendig. Die im einleitenden Kapitel skizzierte Blüte der Salana und die nachfolgenden Veränderungen standen zwar im engen Zusammenhang mit der Philosophischen Fakultät, doch haben die in ihr angesiedelten Fächer der Mathematik, Physik und Astronomie in diesem Zeitraum keineswegs eine besonders hervorhebenswerte Periode durchlaufen und befanden sich nicht annähernd auf einem dem Forschungsstand entsprechenden Niveau. Ein chronologischer Überblick über die Lehrtätigkeit der Dozenten für diese Fächer in dem Untersuchungszeitraum von 1816 bis 1900 ist am Ende des Buches angefügt. Für einen raschen Gesamteindruck von der Entwicklung der beiden Fächer an der Salana sei auf die Arbeiten von F. Chemnitius und bezüglich der Mathematik auf O. Neumann verwiesen.[42] Eine faktenreiche Darstellung zur Mathematik bietet das Manuskript von W. Fricke.[43]

[42] Chemnitius 1992; Neumann 2008; Neumann 2009
[43] UAJ, J 12

3.1 Die Verknüpfung von Mathematik und Physik in einem Lehrstuhl

Die Vertretung der Mathematik und Physik an der Salana unterschied sich fast im ganzen 19. Jahrhundert strukturell von der an den Nachbaruniversitäten dadurch, dass ab dem Jahr 1802 beide Disziplinen in einer Professur vereinigt waren. Dem seit 1789 als ordentlicher Professor für Mathematik tätigen Johann Heinrich Voigt (1751 – 1823) wurde nach dem Tod des ordentlichen Professors für Physik und Kameralwissenschaften Lorenz Johann Daniel Suckow (1722 – 1801) der Lehrstuhl für Physik übertragen. Die Fakultät hatte die Zusammenlegung der beiden Lehrstühle in ihrem Denominationsbericht für die vakante Professur vorgeschlagen, um mit einem neuen Lehrstuhl für ökonomische und Kameralwissenschaften den Fortbestand dieses für die Universität wichtigen Lehrgebietes zu sichern.[44] Suckow hatte nicht nur zur Physik und Naturlehre gelesen, sondern vor allem auch erfolgreich zur Kameralistik Vorlesungen gehalten. Die Kameralistik drohte jedoch mit Suckows Tod unterrepräsentiert zu sein. Voigt lehrte dagegen de facto neben der Mathematik auch die Naturlehre/Physik sowie ferner Jurisprudenz, Kameralistik und Chemie. Er war außerdem bereits seit 1785 Herausgeber des *Magazin[s] für das Neuste aus der Physik und Naturgeschichte*, das ab 1799 im Zuge einer programmatischen Neubestimmung unter dem Titel *Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde mit Rücksicht auf die dazugehörigen Hülfswissenschaften* erschien. Die Fakultät argumentierte auch inhaltlich und führte die «ihrer Natur nach» enge Verbindung der beiden Fächer Mathematik und Physik als Grund für die Vereinigung der Lehrstühle an. Es sei keiner wert, Professor der Physik zu heißen, der nicht mit der Mathematik gut bekannt ist, gleichwie Mathematik nicht ohne gründliche Kenntnis der Physik vorgetragen werden könne, «so, daß also der Fall einer dereinst wieder nothwendig werdenden Trennung nicht eintreten kann».[45]

Der Vorschlag der Fakultät hatte Erfolg. Die neue Professur für Kameralistik wurde mit einem Ökonomen besetzt. An Voigts Lehrtätigkeit, wie auch an seinem Einkommen, änderte diese Umstruktu-

[44] UAJ, M 215, Bl. 52
[45] UAJ, M 215, Bl. 63, Hervorhebung im Original

rierungsmaßnahme nichts.[46] Die gemeinsame Vertretung von Mathematik und Physik durch einen Ordinarius war zu diesem Zeitpunkt nichts Außergewöhnliches. Sie wurde an mehreren kleineren deutschen Universitäten praktiziert, die großen Universitäten kombinierten nicht selten die zweite Mathematikprofessur (meist ein Extraordinariat) mit der Physik oder der Astronomie. Langfristig hatte die Zusammenlegung der beiden Professuren für die Vertretung der zwei Fachgebiete an der Salana gravierende Nachteile, da mit den raschen Fortschritten in den beiden Disziplinen ein einzelner Hochschullehrer diese nicht annähernd angemessen in Lehre und Forschung repräsentieren konnte. Dies wurde zum strukturellen Problem, das über mehrere Jahrzehnte die Jenenser Entwicklung begleiten sollte.

Kurz vor der Übertragung des Lehrstuhls für Physik auf Voigt hatte dieser zusammen mit dem Schriftsteller und Verleger Friedrich Justin Bertuch (1747 – 1822) die Gründung eines physikalisch-mechanischen Instituts angeregt. In diesem sollten – abgesehen von der Fertigung und Reparatur mathematischer und physikalischer Instrumente – sowohl junge Mechaniker ausgebildet als auch Studierende angeleitet werden. Herzog Carl August erteilte ihnen 1802 die Genehmigung für die Errichtung des außeruniversitären Instituts und ernannte den Institutsvorsteher Alexander Otteny (1773 – 1820) zum Hofmechaniker und -optiker.[47]

Zu Beginn des hier betrachteten Untersuchungszeitraums trug neben Voigt der Extraordinarius für Mathematik und Leiter der Sternwarte Münchow zur mathematischen Lehre bei. Auf ihn wie auf seinen Nachfolger, den ebenfalls mit mathematischen Vorlesungen hervortretenden Johannes Friedrich Posselt (1794 – 1823) wird in Verbindung mit der Entwicklung der Astronomie an der Jenaer Universität eingegangen werden (vgl. Abschnitt 3.7.1). Im Wintersemester 1818/19 kam dann Johann Friedrich Christian Werneburg (1777 – 1851) als weitere Lehrkraft

[46] Frercks hebt noch hervor, dass eine Verknüpfung der Mathematik mit der Kameralistik in einem Lehrstuhl nicht diskutiert wurde und hinsichtlich des Physiklehrstuhls der in Weimar und Gotha tätige und erfolgreich in der Physik forschende Johann Wilhelm Ritter nicht erwähnt wurde. (Frercks 2005, S. 166 f.)

[47] UAJ, A 1336, Bl. 1 – 7 sowie die Statuten des Instituts (unpaginierter Teil). Zur Gründung des Instituts vgl. [Ziche 2001], S. 227 – 236. Das Institut findet in den Akten auch als «Physikalisch-mechanische Anstalt» oder «Physikalisch-mathematische Anstalt» Erwähnung.

hinzu. Werneburg hatte in Jena und Leipzig studiert und wurde 1799 in Leipzig in Mathematik promoviert.[48] Er habilitierte sich 1803 in Göttingen, wo er noch zwei Jahre tätig war, dann aber aufgrund der Zeitumstände in seine Geburtsstadt Eisenach zurückkehrte. Im Jahre 1807 versuchte er, mit der wohlwollenden Unterstützung Goethes eine Universitätslaufbahn an der Salana einzuschlagen und die Stelle des Extraordinarius Johann Carl Fischer (1760 – 1833) einzunehmen, der Jena verlassen hatte.[49] Trotz seiner bereits durch den Weimarer Hof erfolgten formalen Ernennung zum Extraordinarius scheiterte dies am Veto des Gothaer Herzogs und dessen Ministers, denn diese plädierten für eine Stärkung der Kameralistik und wollten eine finanzielle Förderung von Werneburg von dessen Erfolg als Dozent abhängig machen. Werneburg scheute dieses Risiko und musste sich, nachdem weitere Vermittlungen Goethes fehlgeschlagen waren, 1810 damit begnügen, als Lehrer am Pageninstitut in Weimar und dann im Schuldienst in Eisenach zu arbeiten.

Im Jahre 1818 erwarb Werneburg dann doch die Venia Legendi an der Jenenser Universität und wirkte fortan als Privatdozent.[50] Dabei versuchte er erneut, die Vakanz einer Stelle, die durch den Wechsel des Mathematikers und Astronomen Münchow nach Bonn entstand, für sich zu nutzen. Bereits am 1. Januar 1819 reichte er ein Gesuch um Ernennung zum außerordentlichen Professor ein. In dem von der Philosophischen Fakultät angeforderten Gutachten äußerten sich deren Mitglieder jedoch kritisch zu Werneburgs Lehrtalent, da er sich diesbezüglich noch wenig bewähren konnte, und zu dessen literarischem Ruf. «[G]ewisse Paradoxien, welche er [Werneburg] ausgesprochen, und [die] den, wie man seither glaubte, erwiesenen Lehrsätzen der Mathematik entgegengesetzt» seien, hätten «ein zweydeutiges Licht über ihn gebracht, oder vielmehr den Ruhm des Scharfsinns und der Genialität, welche hie und da anerkannt worden, zu seinem Nachtheil überschattet». Die Fakultätsmitglieder fühlten sich unfähig, ein Urteil darüber zu fällen, und empfahlen, falls «vor Bewährung der Lehrgabe» eine Entscheidung getroffen werden sollte, Bernhard Lindenau (1779 – 1854)

[48] Zu Werneburg vgl. [Kiefer 2004], S. 621.

[49] Müller 2006, S. 584 ff.

[50] Fricke spricht davon, dass sich Werneburg zuvor erfolglos um die Venia Legendi bemüht habe. (UAJ, J 12, Bd. 2, S. 505 ff.)

um eine Einschätzung zu bitten.[51] Bei dieser Einschätzung, die, von einem zustimmenden Votum des Senats unterstützt, Ende Januar an das Ministerium in Weimar gesandt wurde, war eine Berufung illusorisch, eine Mitteilung über die Ablehnung des Gesuchs wurde in den Akten nicht gefunden. Es scheint sie aber gegeben zu haben, denn ein Jahr später erneuerte Werneburg gegenüber dem Prorektor seine Bitte und verwies explizit auf zwei seiner jüngsten Publikationen, ein Lehrbuch der Arithmetik sowie eine Abhandlung über eine kritische Theorie der Musik, und darauf, dass er inzwischen auch in Jena Gelegenheit hatte, sich «im Vortrage der mathematischen Wissenschaften zu üben und Proben davon abzulegen».[52] Nach eingehender Diskussion im Senat und unter Berücksichtigung des Urteils der Fakultät lehnte der Prorektor das Gesuch ab und schickte einen entsprechenden Bericht an das Weimarer Ministerium. Die Philosophische Fakultät hatte im Wesentlichen an dem früheren Urteil festgehalten und speziell kritisiert, dass sich Werneburg mit seinen Vorträgen kein «bedeutendes Publikum» schaffen konnte.[53]

Werneburgs Lehrspektrum war sehr breit, allerdings beschränkte es sich teilweise auf die sogenannte niedere Mathematik. In einigen Arbeiten diskutierte er Grundlagen der Behandlung einfacher physikalischer Fragestellungen und hat damit für eine Belebung des Verhältnisses zwischen Mathematik und Physik gesorgt. Negativ wirkten jedoch die von ihm formulierten, der allgemeinen Lehrmeinung widersprechenden Grundannahmen (vgl. Abschnitt 5.1.1). Die in dem Bericht zur Neubesetzung der Voigt'schen Professur von der Philosophischen Fakultät kritisierte Beschränkung der Forschung auf das Gebiet der Mathematik wäre zwar zu relativieren, bleibt aber wegen der negativen Aspekte insgesamt sachgemäß.[54] Der in diesem Kontext von der Fakultät vorgelegte Vorschlag, Werneburg ein Extraordinariat zu verleihen, zeigt zum einen, dass dessen kritische Herangehensweise an die Behandlung physikalischer Sachverhalte von einigen Fakultätsmitgliedern akzeptiert

[51] UAJ, A 662, Bl. 5 – 6; UAJ, M 242, Bl. 196 – 197

[52] UAJ, A 662, Bl. 8

[53] UAJ, A 662, Bl. 9 – 18. Die Angaben von Fricke, dass Werneburg mehrfach erfolglos um ein Extraordinariat nachsuchte (UAJ, J 12, Bd. 2, S. 505 ff.), scheinen also korrekt zu sein. Die Angaben in anderen Darstellungen [Poggendorff 1863], Bd. 2, Sp. 1299 und [Kiefer 2004], S. 621 bzw. [Chemnitius 1992], S. 60, die angeben, dass Werneburg ab 1818 bzw. 1816 ein Extraordinariat inne hatte, sind gemäß der Aktenlage falsch.

[54] UAJ, A 675, Bl. 4v

wurde, zum anderen, dass die Behauptung Frickes[55], Werneburg sei durch Voigt behindert worden, durchaus wahrscheinlich ist.[56] Als auch dieser Fakultätsantrag erfolglos war und stattdessen Ludwig Wahl (1793 – 1831) eine außerordentliche Professur erhielt, fasste Werneburg dies wohl als klare Zurücksetzung seiner Person auf und verließ die Universität, da er keine Chance für eine weitere akademische Karriere sah.

Im Wintersemester 1821/22 erfuhr der Lehrkörper für Mathematik durch den oben genannten Wahl eine erneute Erweiterung. Wahl hatte in Jena bei Voigt studiert und war dort 1819 mit einer Arbeit zur Geschichte des Euklidschen Parallelenaxioms[57] promoviert worden. Nach einer Tätigkeit als Lehrer ersuchte er im Juni 1821, unterstützt von der Fakultät, um Aufnahme als Privatdozent für Mathematik.[58] Das Verfahren wurde erst im Januar 1823 mit der mehrfach verschobenen Probedisputation und dem Druck der Habilitationsschrift, die erneut das Parallelenproblem behandelte[59], abgeschlossen. Seit dem Wintersemester 1821/22 unterrichtete Wahl hauptsächlich reine Mathematik und Geometrie, mehrfach auch auf dem recht breit gefassten, die mechanischen Wissenschaften noch einschließenden Gebiet der angewandten Mathematik. Bereits 1824 wurde er zum Extraordinarius berufen. Dies war um so überraschender, als die Fakultät den älteren Werneburg für diese Beförderung vorgeschlagen hatte.

[55] UAJ, J 12, Bd. 2, S. 520

[56] Am Rande sei noch vermerkt, dass Werneburg 1828 zum Mitglied der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher (Leopoldina) gewählt wurde.

[57] UAJ, M 242, Bl. 132 – 170v. Die in der Akte befindliche Arbeit *Aestimatio duarum ante hoc nondum censurae subjectarum de parallelis theoriarum, Voigtii et Thibautii clarissimorum virorum, additamentum ad historiam XImi Euclidei axiomatis* konnte bibliographisch nicht nachgewiesen werden.

[58] UAJ, A 421b, Bl. 76

[59] Wahl 1823

3.2 Ein Philosoph als Ordinarius für Mathematik und Physik – die Ära Fries

Als Voigt Anfang September 1823 starb, bestand für die Philosophische Fakultät die Möglichkeit zu überprüfen, ob die zwei Jahrzehnte zuvor vorgenommene Zusammenlegung der Professuren für Mathematik und Physik bestehen bleiben sollte. Gemäß der Aktenlage ist diese Frage nicht diskutiert worden. Die Fakultät rückte vielmehr in ihrem bereits Ende September eingereichten Denominationsbericht gleich am Anfang die Absicht in den Vordergrund, dass die «in den akademischen Studien eingetretene Lücke der physikalischen Lehrvorträge auch schon im nächsten Halbjahre ausgeglichen werde[n]» solle und sie deshalb ein besonderes Augenmerk auf die in Jena ansässigen Dozenten gerichtet habe.[60] Die beiden tüchtigen Dozenten für Mathematik Werneburg und Wahl kamen aufgrund ihrer nur auf die Mathematik beschränkten Forschungen und der mit diesem Ordinariat verbundenen hohen Verantwortung nach Meinung der Fakultät nicht in Betracht. Werneburg wurde aber für ein Extraordinariat und Wahl für eine Gratifikation vorgeschlagen.[61] Mit Jakob Friedrich Fries verfügte die Fakultät jedoch über einen «einheimischen Gelehrten», der «dieser Stelle vollkommen würdig» sei und, wie seine Werke zum System der theoretischen Physik, zur Astronomie und zur mathematischen Naturphilosophie[62] und die Tätigkeit an der Universität Heidelberg zeigten, «gründliche physikalische und mathematische Kenntnisse [...] mit den philosophischen» verbinde. Wenn die Erhalter der Universität Fries diesen neuen Wirkungskreis zuweisen würden, so wäre dies zum «größten Vortheil» der Universität, doch wisse die Fakultät nicht, ob derselbe «nicht wieder in seinem früheren Wirkungskreise der Philosophie thätig auftreten soll».[63] Damit spielten die Fakultätsmitglieder vorsichtig auf die Suspendierung von Fries an, bemerkten aber sogleich, dass die Professur für Philosophie leichter neu besetzt werden könne, als die für Mathematik und Physik. Fries hatte an den Universitäten Leipzig und Jena studiert und sich an letzterer 1801 mit einer philosophischen Arbeit

[60] UAJ, A 675, Bl. 4
[61] UAJ, A 675, Bl. 4–6
[62] Fries 1813a; Fries 1813b; Fries 1822
[63] UAJ, A 675, Bl. 4v

habilitiert. 1805 erfolgte seine Berufung zum Extraordinarius, doch nahm er im gleichen Jahr einen Ruf auf ein Ordinariat für Philosophie und Mathematik an der Universität Heidelberg an. Dort wurde ihm 1813 zusätzlich die ordentliche Professur für Physik übertragen. In allen drei Disziplinen war er erfolgreich als Dozent tätig. Nach einer gescheiterten Berufung an die Berliner Universität war er 1816 auf das Ordinariat für Metaphysik und Logik an die Salana zurückgekehrt. Drei Jahre später war Großherzog Carl August nach der Verabschiedung der Karlsbader Beschlüsse nicht umhin gekommen, ihn aufgrund des Drucks einiger Großmächte vom Abhalten der Vorlesungen (unter Weiterzahlung seines Gehalts) zu suspendieren.[64]

Im zweiten Teil des Berichtes benannte die Philosophische Fakultät noch vier auswärtige Gelehrte, ohne eine Rangfolge anzugeben. Nominiert wurden der Breslauer Professor für Mathematik Heinrich Wilhelm Brandes (1777 – 1834), der Ordinarius für Naturwissenschaften an der Universität Tübingen Gustav Schübler (1787 – 1834), der ehemalige Jenenser und damalige Professor für Physik an der Bonner Universität Münchow und der Gießener Professor für Physik Georg Gottlieb Schmidt (1768 – 1837). Alle vier waren allseits anerkannte Vertreter ihres Faches und gut für die Position an der Jenenser Universität geeignet, so dass die Fakultätsmitglieder auf eine «weitläuftig ausgeführte[n] Empfehlung» verzichteten. Prorektor und Senat stimmten dem Bericht zu und sorgten für eine beschleunigte Weiterleitung.[65]

Die beiden Erhalter der Universität und ihre Ministerien respektierten den Wunsch der Philosophischen Fakultät nach einer raschen Vertretung der Vorlesungen. Am 17. November 1823 teilte Herzog Friedrich IV. von Sachsen-Gotha (1774 – 1825) dem Regierungsbevollmächtigten Motz mit, dass dem Hofrat Fries die Fortsetzung der Voigt'schen Vorlesungen zur

[64] Zur Biographie von Fries vergleiche [Eggeling 1878] und [Gäbe 1961]. Durch böswillige Interpretation einiger bei gefangenen Studenten gefundener Privatbriefe war Fries in die Untersuchungen um die Ermordung Kotzebues verwickelt worden. Die hier nicht näher erörterte Anklage gegen Fries «wegen bedenklicher Theilnahme» an der Studentenfeier auf der Wartburg am 18. Oktober 1817 und hinsichtlich seiner Verwicklung in die dortigen Vorkommnisse sowie sein Freispruch von den Anschuldigungen sind in Akten ThHStAW, Kunst und Wissenschaft-Hofwesen, A 8711, A 8712 und A 8714 dokumentiert.

[65] UAJ, A 675, Bl. 5

Mathematik und Physik «provisorisch» übertragen werde.[66] Es sollte sich jedoch sonst nichts in Bezug auf die Position von Fries ändern. Die für Fries nicht ungünstige Entwicklung anerkennend, behielt sich der Herzog die endgültige Entscheidung vor und forderte vielmehr Motz auf, Fries

> «nochmals dringend [zu] ermahnen, bei seinen Vorlesungen und mit seinem Umgange mit Studirenden den Inhalt der Bundestags-Beschlüsse vom Sptbr [September] 1819 [das sind die Karlsbader Beschlüsse] vor Augen zu halten, und sich Nichts denselben entgegenlaufendes zu erlauben.»[67]

Abbildung 3.1
Jakob Friedrich Fries, Privatdozent für Philosophie in Jena 1801 – 1805, Ernennung zum Extraordinarius 1805 und Wegberufung nach Heidelberg, Ordinarius für Metaphysik und Logik in Jena 1816 – 1820, ab 1824 Ordinarius für Mathematik und Physik

Im Februar 1824 verfügte dann Großherzog Carl August nach Abstimmung mit Herzog Friedrich, Fries als Nachfolger Voigts für das Ordinariat für Mathematik und Physik einzusetzen. Gleichzeitig enthob

[66] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1667, Bl. 3
[67] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1667, Bl. 3v, Hervorhebung im Original

er Fries «des Amtes eines Professors der Logik und Metaphysik nunmehr gänzlich».[68] Von der mit der Professur verbundenen «wirkliche[n] Thätigkeit als Senator und in der Conciliar-Session» blieb Fries jedoch bis auf Weiteres suspendiert.[69] Drei Jahre später, im Oktober 1827, wurde diese Einschränkung von den Regierungen aufgehoben, weil sein Verhalten bis dahin keinen Anlass zur Beanstandung gegeben habe und daher auch für die Zukunft nichts anderes zu erwarten sei.[70] Um das Maß der zuvor erfolgten Einschüchterung Fries' zu verdeutlichen, sei noch erwähnt, dass Herzog Friedrich von Sachsen-Gotha in Ergänzung des Berufungsbeschlusses die Aufforderung an den Präsidenten Motz wiederholte, Fries «zur strengsten Verfolgung» und Einhaltung der Karlsbader Beschlüsse sowie nachgeordneter Regelungen und zu «möglichster Vorsicht beim Umgang mit den Studirenden» zu ermahnen und bei Zuwiderhandlung die Entlassung ohne Anspruch auf Pension als Folge anzudrohen.[71]

Die ihm übertragenen Lehrverpflichten erfüllte Fries gewissenhaft. Neben den Grundvorlesungen zur Experimentalphysik und zur Mathematik bot er von Zeit zu Zeit auch Kurse zur Astronomie und physischen Geographie sowie ab 1830 zur mathematischen Physik bzw. angewandten Mathematik an. Im Sommersemester 1838 kündigte er dann erstmals seit seiner Berufung zum Professor für Mathematik und Physik wieder eine Vorlesung zur Philosophie mit dem Titel «Psychologie und Logik» an. In den Jahren zuvor hatte bereits sein Schüler Ernst Mirbt (1799 – 1847) gelegentlich die Vorlesung «Metaphysik nach Fries» gehalten. Trotz der erneuten Hinwendung zur Philosophie kam Fries seiner Verpflichtung nach, für eine angemessene Repräsentanz von Mathematik und Physik an der Salana zu sorgen, und publizierte 1842

[68] UAJ, A 675, Bl. 8. Bereits im September 1822 mahnten die Regierungen die Wiederbesetzung der vakanten Fries'schen Lehrstelle für Metaphysik und Logik an. Im Frühjahr 1824 wurde diese mit Ernst Reinhold (1793 – 1855) besetzt. Während die Fakultät eher auf die Berufung eines älteren Gelehrten gedrängt hatte, setzten die Regierungen auf eine jüngere Kraft. Vgl. UAJ, A 673.

[69] UAJ, A 675, Bl. 8

[70] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1667, Bl. 21, 21v

[71] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1667, Bl. 4v

ein weiteres mathematisches Werk, in dem er sich mit den Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung auseinandersetzte.[72]

Abbildung 3.2
Johann Christian Körner, Hofmechaniker in Jena, lehrte von 1819 bis 1847 an der Salana

Dem ihm zugewiesenen Lehrgebiet näherte sich Fries unverändert von seinem naturphilosophischen Standpunkt, mit dem er kritisch an Immanuel Kant (1724 – 1804) anknüpfte und sich klar von Schelling abwandte. Da der Mathematik in seinem System eine zentrale Stellung zukam, dürften die neuen Lehraufgaben ihm keine besonderen Schwierigkeiten bereitet, jedoch eine stärkere Auseinandersetzung mit der Rolle der Mathematik und dem Verhältnis von reiner Mathematik und deren Anwendung speziell in der Physik gefördert haben. Als Aufgabe der mathematischen Naturerkenntnis formulierte Fries das Bestimmen der einfachsten Hypothesen zur Beschreibung der Naturvorgänge und der sich daraus ergebenden Schlussfolgerungen.[73] Er berührte damit Themen, die im 19. Jahrhundert wichtig für die mathematische und theoretische Physik wurden und bei späteren Versuchen der Axiomatisierung von Teilgebieten der Physik wieder auftauchten. In diesem

[72] Fries 1842. Fast 20 Jahre zuvor, im Jahre 1824, hatte er sich bereits in zwei Vorlesungen Fragen der Wahrscheinlichkeitsrechnung gewidmet, dies in späteren Jahren aber nicht wieder aufgegriffen.

[73] Fries 1822, S. 30. Vgl. Abschnitt 5.1.2.

Sinne, orientiert auf allgemeine philosophische Grundlagen, hat Fries belebend auf die Gestaltung des Verhältnisses von Mathematik und Physik gewirkt.

Im Lehrbetrieb wurde Fries von Werneburg noch kurze Zeit bis zu dessen Abgang von der Alma Mater Jenensis sowie von dem zum Extraordinarius ernannten Wahl bis zu dessen Tod 1831 unterstützt. Weiterhin ist noch der Hofmechaniker Johann Christian Körner (1778 – 1847) als ein auf dem Gebiet der Mathematik und Physik lehrender Dozent zu erwähnen. Körner hatte sich bei der Übersiedlung nach Jena im Jahre 1817 bereit erklärt, die Vorlesungen der praktischen Geometrie zu übernehmen, konnte aber ohne Promotion keine Lehrerlaubnis erhalten, was den Großherzog zur Übernahme der Promotionskosten bewog. Als Dissertation reichte er eine Zusammenstellung einiger seiner praktischen Erfahrungen, u. a. zum Bau von Fernrohren, ein und wurde 1818 von der Philosophischen Fakultät promoviert. Speziell Voigt hatte in seinem Gutachten die «tiefen Einsichten und gründlichen Kenntnisse[n]» Körners gelobt und mit Hinweis auf das große Bedürfnis der Universität an Körners Lehrtätigkeit die Promotion befürwortet.[74] Ab 1819 hielt Körner dann Vorlesungen hauptsächlich zum Instrumentenbau, gelegentlich auch zur Mechanik, zur Geodäsie, Optik und zur Nivellierkunst, führte zeitweise die Experimente bei den Physikvorlesungen von C. Münchow durch,[75] und versuchte mit Unterstützung Döbereiners ein für bestimmte optische Zwecke einsetzbares Glas herzustellen.

Im Folgenden seien noch drei auf naturwissenschaftlichem Gebiet tätige Dozenten erwähnt, die in einzelnen Vorlesungen oder Arbeiten auch physikalische Themen behandelten. Der 1810 zum Extraordinarius für Chemie, Pharmazie und Technologie ernannte Johann Wolfgang Döbereiner vertrat in der Lehre vorrangig die Chemie und wurde durch mehrere physikalisch-chemische bzw. chemische Resultate und Entdeckungen bekannt. Die beiden anderen, Gottfried Wilhelm Osann (1797 – 1866) und Karl Friedrich Naumann (1797 – 1873) verließen Jena im Jahr der Fries'schen Berufung bzw. im darauffolgenden Jahr. Osann, Privatdozent für Physik und Chemie, hatte vor allem chemische Forschungen betrieben und erhielt 1821 eine außerordentliche Professur an der Salana. Er lehrte nur wenige Jahre in Jena und folgte vermutlich

[74] UAJ, M 242, Bl. 92 – 94

[75] UAJ, A 2491, unpaginiert, Gesuch Körners vom 28. Juli 1818

dann 1825 einem Ruf als Professor für Chemie und Pharmazie an die Universität Dorpat.[76] Der – nach dem Studium an der Bergakademie Freiberg sowie an den Universitäten Leipzig und Jena – an der Alma Mater Jenensis 1823 habilitierte Privatdozent für Mineralogie Naumann wechselte 1824 nach Leipzig.[77]

Mit der Übertragung der Physik-Vorlesungen oblag es Fries auch, die entsprechenden Experimente zu präsentieren. Wie viele der damaligen Professoren für Physik verfügte er aber nicht über die notwendige apparative Ausstattung. Eine Lösung dieses Problem deutete sich jedoch sehr bald an, da Voigts Witwe der Universität die von ihrem Mann angelegte Privatsammlung physikalisch-mathematischer Apparate zum Kauf anbot. Nach Prüfung des Angebots u. a. durch den Hofmechaniker Körner, der zuvor die Taxierung der einzelnen Stücke vorgenommen hatte, sowie durch Fries und Döbereiner, befürworteten die Universitätsgremien wie auch der Staatsminister Goethe den Erwerb. Da die im Etat der Universität verfügbaren Mittel für den Ankauf des Kabinetts nicht ausreichten, bewilligten die Herzöge Carl August in Weimar und Friedrich in Gotha zusätzliche Mittel in Höhe von mehr als der Hälfte des vereinbarten Kaufpreises von 700 Thalern und genehmigten den Ankauf. Im Juni 1824 kam es zum Vertragsabschluss. Die Sammlung sollte nicht aufgeteilt werden und dem jeweiligen Professor für Physik zur Verfügung stehen. Als ein weiteres Problem ergab sich daraus die geeignete Unterbringung der Sammlung, denn Fries besaß keine entsprechenden Räumlichkeiten und auch kein Auditorium für seine Vorlesungen. Kurator Motz regte deshalb einen Umbau im Konvicts-Gebäude zur Aufnahme der Sammlung an und schlug zusätzlich vor, dort einen Hörsaal speziell für Mathematik und Physik einzurichten. Als Zwischenlösung hatte Fries zunächst im Haus der Witwe Voigt für das Sommersemester die notwendigen Räume angemietet. Im September

[76] UAJ, A 670, unpaginiert [8 Blatt]; vgl. auch UAJ, A 421b, Bl. 75. In den Akten UAJ, A 670 und A 364 ist von einem Wechsel Osanns an die Universität Gießen die Rede. Dagegen wird in mehreren Nachschlagewerken (Poggendorff 1863, Bd. 2, Sp. 335; Karsten 1887, S. 461) Osann in Jena nur als Privatdozent geführt und sein Wechsel nach Dorpat [sic!] auf das Jahr 1823 datiert.

[77] UAJ, A 421b, Bl. 100, 111 – 115

erhielt die Universität die Genehmigung, die von Motz vorgeschlagenen Umbauten vorzunehmen.[78]

Ab dem Jahr 1826 standen Fries jährlich 40 Thaler zur Erhaltung und Aufbewahrung der Sammlung zur Verfügung. Diese Summe reichte gerade in den ersten Jahren nicht aus, da Fries es für notwendig erachtete, bis 1829 immerhin 36 neue Geräte anzuschaffen, die nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft für seine Vorlesungen erforderlich, aber in der Sammlung nicht vorhanden waren. Im Zusammenhang mit einer im April 1829 noch durch Kurator Motz angeordneten, von Wahl durchgeführten Revision der Sammlung beantragte Fries, die von ihm erworbenen Apparate der Sammlung hinzuzufügen und ihm den Kaufpreis zu erstatten. Motz' Nachfolger im Kuratoramt, Anton Ziegesar (1783 – 1843), errechnete für die notwendigen Geräte einen Preis von 109 Thalern und 13 Groschen und schlug vor, diesen in Form von zwei außerordentlichen Bewilligungen für 1829 bzw. 1830 an Fries zu zahlen. Gleichzeitig solle es Fries zur Pflicht gemacht werden, sich an das jährliche Budget zu halten. Die Erhalter der Universität folgten dem Vorschlag und ordneten zusätzlich eine jährliche Rechnungslegung bei der Kuratel an. Das von Wahl angefertigte Verzeichnis enthielt 680 genau spezifizierte physikalisch-mathematische Apparate sowie Übersichten von wertlos gewordenen, beschädigten oder unbrauchbaren Geräten sowie von zum Verbrauch bestimmten bzw. leicht zerbrechlichen Artikeln.[79] Auch wenn von Fries auf dem Gebiet der Physik keine experimentellen Forschungen ermittelt wurden, so sorgte er für eine angemessene Modernisierung und Ergänzung der physikalischen Sammlung und sicherte das notwendige Niveau der Vorlesungen.

3.3 Von Suckow bis Apelt: Privatdozenten – wichtige Stützen des Lehrbetriebs, doch wenig gefördert

Erst am Ende der 1820er Jahre kam es wieder zu einer Änderung im Lehrkörper für Mathematik und Physik in Jena. Gustav Suckow

[78] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1667, Bl. 6 – 19v; UAJ, A 675a, unpaginiert, Kaufvertrag mit der Witwe Voigt vom 27. Mai 1824

[79] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1667, Bl. 25 – 29, 31, 32

(1803 – 1867), Sohn des Ordinarius für Medizin Wilhelm Karl Friedrich Suckow (1770 – 1848), bat mit Unterstützung der Fakultät und des Senats im Juli 1829 um Aufnahme als Privatdozent. Diese wurde ihm innerhalb kürzester Zeit gewährt.[80] Suckow war in Jena 1828 promoviert worden[81] und strebte nach einem Aufenthalt zum Studium der Mineralogie in Berlin nun die Habilitation an. Er las hauptsächlich zur Mineralogie und Geographie. Bereits 1831 beantragte Suckow nach Veröffentlichung zweier Schriften zur Mineralogie die Verleihung einer außerordentlichen Professur. Die Philosophische Fakultät unterstützte ihn mit einem wohlwollenden Gutachten, in dem seine bisherigen Schriften, sein «rühmlicher Fleiß und aufstrebender Eifer», das erfolgreiche Wirken als Dozent und die «gegründete Hoffnung», er werde sich weiterhin um die Universität verdient machen, hervorgehoben wurden.[82] Nach der zustimmenden Erklärung der Erhalterstaaten erfolgte am 23. September Suckows Ernennung zum Extraordinarius.[83] Sechs Jahre später wurde er zum ordentlichen Honorarprofessor befördert. Seine Lehrgebiete umfassten nun neben der Mineralogie/Kristallographie die theoretische und die Experimentalphysik sowie die Chemie. Mit Übungen in der Physikalischen Gesellschaft (vgl. Abschnitt 4.4) und vor allem mit den Möglichkeiten für die Studierenden, eigene Experimente im Sinne eines«physikalischen Praktikums» auszuführen, bemühte er sich, neue moderne Elemente in den naturwissenschaftlichen Lehrbetrieb einzuführen.

Die Universität Jena regelte 1829 das Verfahren zur Erlangung der Venia Legendi im § 34 ihres Hauptstatuts neu und zwar im Sinne einer Verschärfung der Bedingungen.[84] Danach musste die Fakultät zunächst Kenntnisse und Fähigkeiten des Antragstellers sowie die Gewährleis-

[80] UAJ, A 422, unpaginiert, Genehmigung der Regierung in Weimar vom 31. Juli 1829; Bericht der Universität vom 1. August 1829; Bericht der Fakultät vom 31. Juli 1829; Genehmigung der Regierungen vom 6. August 1829. Suckow legte dazu die Arbeit [Suckow 1829] vor.

[81] Suckow 1828

[82] UAJ, A 683, unpaginiert, Schreiben des Dekans vom 30. Juli 1831. Die dort genannten Veröffentlichungen sind wahrscheinlich: Suckow 1831a; Suckow 1831b.

[83] UAJ, M 267, Bl. 89

[84] Vgl. [Rasche 2005]. Auch wenn in den Jenaer Statuten nur von «der Erlangung der venia legendi» die Rede ist und nicht von «Habilitation», so werden im Folgenden beide Begriffe synonym gebraucht.

tung eines gesicherten Lebensunterhalts prüfen. Eine Promotion gehörte nicht zu den Voraussetzungen für den Eintritt in das Habilitationsverfahren, denn diese konnte im sogenannten «einzügigen» Verfahren zugleich mit der Venia Legendi erworben werden. In einem Bericht an den Senat begründete die Fakultät das Habilitationsgesuch und reichte die Gutachten weiter. Nach dieser Vorprüfung durch die Fakultät verfasste der Senat einen gutachterlichen Bericht für die Erhalterstaaten. Dieser wurde zusammen mit dem Bericht des Kurators nach Weimar geschickt. Falls die Habilitation gewährt wurde, musste der Antragsteller im Fall der einzügigen Habilitation erfolgreich ein mündliches Examen ablegen, eine lateinische Disputation durchführen, den Druck einer lateinischen Dissertation vorlegen sowie eine Probevorlesung halten. Letztere diente zugleich als Fachprüfung und zur Nostrifikation. Im Falle des zweizügigen Verfahrens, also falls der Antragstellende schon promoviert worden war, entfiel nur das Examen. Die Promotionsschrift war durch eine lateinische Habilitationsschrift zu ersetzen. Dieses besonders im Falle der zweizügigen Habilitation strenge Vorgehen sollte eine nochmalige fachliche Prüfung des Kandidaten ermöglichen, da damals aufgrund der unterschiedlichen Promotionsanforderungen der deutschen Universitäten die Promotion allein nicht die fachliche Eignung der Kandidaten gewährleistete.

Die Neuregelung der Habilitation war Bestandteil einer Revision der erst 1821 beschlossenen Universitätsstatuten.[85] In dieser Neufassung verstärkte sich die Reglementierung der Universität und es gelang Motz und seinen Anhängern Bestimmungen durchzusetzen, die 1819/20 am Widerstand von Großherzog Carl August und der Immediatkommission gescheitert waren. So wurden jetzt in den Statuten u. a. die Fakultäten dem Senat untergeordnet, die Kuratorfunktion explizit im § 4 verankert und der nationalpolitische Bildungsauftrag der Universität getilgt. Die Überarbeitung und Diskussion der neuen Statuten war durch

[85] Ein zentraler Punkt bei der Reform der Statuten, nach G. Müller die «Schlüsselfrage der Reform», war die Abschaffung der lateinischen Disputation pro loco, gegen die die Philosophische Fakultät massiven, aber letztlich erfolglos Widerstand leistete. Eine detailreiche Analyse des gesamten Reformprozesses gibt Müller in seiner Monographie [Müller 2006], S. 503 – 730. Die Durchführung der lateinischen Disputation diente der Philosophische Fakultät als Nachweis für genügende Sprachkenntnisse im Lateinischen, vgl. S. 24.

das Aussterben des gothaischen Herzoghauses und die nachfolgende Neustrukturierung der Herzogtümer einschließlich der Klärung der Nutritorenverhältnisse erheblich verzögert worden.

1835 wurde die Jenenser Habilitationsordnung nochmals verschärft. Zum einen mussten mindestens zwei Jahre zwischen Studienabschluss und Habilitationsantrag vergangen sein, zum anderen sollte, wenn möglich, ein mit Auszeichnung bestandenes Staatsexamen vorgelegt und auch Praxis im Lehrberuf nachgewiesen werden. Die letzten beiden Bedingungen spielten in der Mathematik und Physik jedoch für die nächsten Jahrzehnte kaum eine Rolle, da man in Jena in diesen Fächern kein Staatsexamen ablegen konnte. Außerdem konnte um Dispens von einzelnen Bestimmungen gebeten werden. Diese Möglichkeit wurde relativ häufig in Anspruch genommen – meist mit Hinweis auf die besondere Qualifikation des Antragstellers oder den dringenden Bedarf in der Lehre. Eine weitere Änderung der Habilitationsordnung erfolgte erst wieder 1899.

Während die Physik durch Suckow eine Unterstützung erfuhr, scheiterte zunächst ein entsprechender Versuch hinsichtlich der Mathematik. Im November 1831 bewarb sich Jacob Wilhelm Heinrich Lehmann (1800 – 1863) um eine Privatdozentur für reine und angewandte Mathematik in Jena. Lehmann war in Berlin 1822 mit einer Arbeit zur Astronomie promoviert worden und hatte sich nach mehrjährigem erfolgreichen Wirken als Lehrer entschlossen, eine Anstellung als Universitätslehrer anzustreben, und zu diesem Zweck bereits zwei mathematische Werke veröffentlicht.[86] Die Philosophische Fakultät sowie der Senat unterstützten den Antrag einschließlich der Bitte Lehmanns, «von dem zur Magisterwürde nothwendigen Examen» dispensiert zu werden. Der Dekan hatte am Ende des Berichtes noch nachdrücklich das Interesse der Fakultät artikuliert, Lehmann als Lehrkraft zu gewinnen, da sie «so eben durch den Tod des Herrn Prof. Wahl einen schmerzhaften Verlust erlitten hat, und sich gegenwärtig weder ein außerordentlicher Professor noch ein Privatdocent der Mathematik auf derselben mehr befindet».[87] Der Kurator Ziegesar empfahl jedoch die Ablehnung des

[86] Lehmann 1829; Lehmann 1831

[87] UAJ, A 422a, unpaginiert, Bericht der Philosophischen Fakultät vom 11. Dezember 1831; ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1717, unpaginiert, Schreiben des Prorektors vom 21. Dezember 1821

Gesuchs. Er hatte, nachdem einige Fakultätsmitglieder ihm gegenüber Bedenken zu Lehmanns sonstigem Verhalten geäußert hatten, weitere Erkundigungen in Berlin eingeholt. Diese fielen sehr negativ aus, so sei Lehmann in seinen ersten selbständigen Studien auf sonderbare Irrwege geraten und wegen ungenügender Leistungen bei der Habilitation abgewiesen worden. Durch das Studium von Lehmanns 1829 erschienenen *Mathematische[n] Abhandlungen* habe er, Ziegesar, außerdem Lehmann als einen Mann erkannt, «der auf kleinliche Untersuchungen, denen weder theoretisch noch practisch einiger Werth beyzulegen ist, großen Fleiß verwendet und ihnen eine Wichtigkeit zuschreibt, die kein Anderer darin finden kann». Diese Einschätzung war von Fries nach der Durchsicht von Lehmanns zweitem Buch *Anfangsgründe der höheren Mathematik* bestätigt worden. Um die Schwierigkeiten der Philosophischen Fakultät bei der Absicherung der mathematischen Lehrveranstaltung zu beheben, schlug Ziegesar vor, dem Professor Karl Hermann Scheidler (1795 – 1866) die Vorlesungen zur reinen Mathematik und dem an der Sternwarte angestellten Ludwig Schrön (1799 – 1875) bereits vor dem Abschluss der Habilitation den Unterricht im Feldmessen zu übertragen.[88] Die Regierungen schlossen sich der Auffassung des Kurators an.[89] Trotz weiterer Forschungen vor allem auf dem Gebiet der Astronomie bekleidete Lehmann sein Leben lang keine akademische Stellung, führte aber für Carl Gustav Jacob Jacobi (1804 – 1851) und Johann Franz Encke (1791 – 1865) umfangreiche Rechnungen aus.[90]

Ziegesar nahm die Beratung des Senats der Universität über Lehmanns Antrag zum Anlass, darauf hinzuweisen, dass sich in letzter Zeit die Anträge auf Zulassung als Privatdozent häuften, und die Regierungen deshalb in einer Verfügung die nach ihrer Ansicht dadurch entstehenden Nachteile angedeutet hätten. Letztere bestanden darin, dass die Privatdozenten sehr bald Beförderungs- oder Unterstützungsgesuche stellten, denen aus finanziellen Gründen nicht immer stattgegeben

[88] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1717, unpaginiert, Begleitungsbericht der Curatel, die Aufnahme des Doctors Jacob Wilhelm Heinrich Lehmann [...] betreffend vom 29. Januar 1832

[89] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1717, unpaginiert, Genehmigung der Regierungen vom 8. Februar 1832

[90] Zu Lehmanns Leistungen und weiteren biographischen Angaben vgl. [Günther 1883].

werden könne bzw. wenn man sie gewähre, die vorhandenen Fonds so zersplittert würden, dass das Ganze darunter leide. Der Senat erkannte die Sorge um das Wohl der Universität an, wehrte sich aber gegen einen Eingriff in die akademische Freiheit. Er verwies darauf, dass «der Stand eines Privatdocenten zu gar keinen Ansprüchen berechtige» und nach den Statuten bei der Aufnahme eines Privatdozenten ohnehin dessen Subsistenzfähigkeit geprüft werde. Aus diesem Grund erscheine «die Beschränkung der Freiheit hinsichtlich deren Aufnahme nicht gut».[91] Die Regierungen untermauerten daraufhin ihr Anliegen mit Zahlen. Seit 1829 seien 15 Privatdozenten aufgenommen worden, dagegen seien nur drei der jungen akademischen Lehrer an andere Universitäten abgegangen, vier hätten Anträge auf Besoldung bzw. Erhöhung derselben gestellt. Der Weimarer Großherzog entschied deshalb, künftig in dem Reskript zur Aufnahme eines Privatdozenten explizit darauf hinzuweisen, dass es kein Recht auf Beförderung oder Besoldung gebe.[92] Stellvertretend für die drei übrigen Erhalterstaaten ermahnte der Herzog von Gotha-Coburg die Universität, bei der Aufnahme von Privatdozenten «mit Vorsicht und Strenge zu Werke zu gehen» und drohte bei Missachtung «beengendere Maßregeln» an.[93]

Noch vor der Ablehnung von Lehmanns Gesuch hatte Carl Gustav Schüler (1807 – 1855)[94] im Januar 1832 die Aufnahme als Privatdozent beantragt. Er hatte in Jena im Hauptfach Mineralogie studiert und war im April 1830 mit einer Abhandlung über die regelmäßige Verwachsung von Kristallen promoviert worden. Als Habilitationsschrift legte er eine Arbeit über die Grüne Eisenerde und andere als Hypochlorite bezeichnete Mineralien vor[95] und bestand im Januar die mündliche Prüfung. Philosophische Fakultät und Kurator unterstützten den Antrag Schülers, der bei den Regierungen wohl auch deshalb Erfolg hatte, weil es sich bei Schüler um ein «Eisenachisches Landeskind» handelte.[96]

[91] UAJ, A 422a, unpaginiert, Aktennotiz des Universitätssekretärs Gohren vom 18. Februar 1832

[92] UAJ, A 422a, unpaginiert, Aktennotiz des Herzogs Carl Friedrich vom 5. Juni 1832

[93] UAJ, A 422a, unpaginiert, Aktennotiz des Herzogs Ernst vom 11. Juli 1832

[94] In [Poggendorff 1863], Bd. 2, Sp. 855 wird noch auf 1810 als mögliches Geburtsjahr verwiesen.

[95] Schüler 1832

[96] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1717, unpaginiert, Begleitungsbericht der Curatel, den [...] Gustav Schüler [...] betreffend vom 10. Februar 1832; Bericht der Universität

1834 wurde Schüler zum Extraordinarius ernannt.[97] Bis dahin trug er hauptsächlich zur Mathematik vor und nur einmal zur Mineralogie. Nach Rückkehr von einer langen Reise durch Europa, die Türkei und Nordafrika lehrte Schüler ab 1840 wieder in Jena, jedoch nur noch ein Semester zur Mathematik. Danach trug er zur Geologie und Mineralogie sowie vor allem zur Technologie vor, war aber noch mehrfach auf längeren Reisen. Im Frühjahr 1849 verlieh ihm der Großherzog eine Nominalprofessur für Technologie und Mineralogie zum 1. Juli 1849,[98] die er bis zu seinem Tod im Jahre 1855 innehatte.

Im Winter 1832, wenige Monate nach Schülers Antrag, bewarb sich mit Mirbt ein Schüler von Fries um eine Privatdozentur für reine Mathematik und Philosophie. Mirbt war Ende 1829 in Jena promoviert worden und reichte zu seiner Habilitation eine philosophische Schrift ein.[99] Der Kurator befürwortete die Bewerbung mit Verweis auf die «völlig unbesetzten Vorlesungen über reine Mathematik» und die «so sehr bedeutende Lücke» in der Lehre, die durch Mirbt gefüllt werden könne. Auch wenn ein entsprechender Lehrauftrag schon an Schüler ergangen war, so schien ihm Mirbt der dafür geeignetere. Fries empfehle ihn und verspreche sich «gerade in diesem Fache eine nützliche Wirksamkeit von ihm [Mirbt]». Die Regierungen stimmten der Aufnahme Mirbts als Privatdozent zu.[100] 1836 wurde dieser dann zum außerordentlichen Professor ernannt. Mirbt trug neben der Philosophie bis zum Sommersemester 1839 auch zur reinen Mathematik vor, danach nur noch zur Philosophie. Er publizierte ausschließlich auf dem Gebiet der Philosophie.

Bereits zwei Jahre nach Mirbt, im Januar 1834, bewarb sich Anton Temler (1804 – 1837) um die Aufnahme als Privatdozent der mathematischen Wissenschaften. Die Fakultät befürwortete das Gesuch, nachdem der Kandidat im Examen «in den mathematischen und physikalischen

vom 4. Februar 1832; UAJ, A 422a, unpaginiert, Antrag der Philosophischen Fakultät vom 3. Februar 1832; Genehmigung der Regierungen vom 17. Februar 1832

97 UAJ, BA 429, Bl. 10 – 13

98 UAJ, BA 432, Bl. 128, 129, 133

99 Mirbt 1832

100 ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1717, unpaginiert, Begleitungsbericht der Curatel, den [...] Ernst Sigismund Mirbt [...] betreffend vom 6. April 1832; Bericht der Universität vom 24. März 1832; Bericht der Fakultät vom 19. März 1832; Genehmigung der Regierungen vom 13. April 1832

Wissenschaften sich genügend unterrichtet» erwiesen hatte.[101] Zur Erlangung der Magisterwürde bzw. zur Habilitation hatte Temler eine Arbeit über die Nützlichkeit der Infinitesimalrechnung bei Kurvenuntersuchungen, gezeigt am Beispiel der Zykloide, vorgelegt.[102] Die Regierungen genehmigten seine Aufnahme, auch wenn der Kurator Ziegesar Temler keine bedeutende Wirksamkeit in seinen Fächern prognostizierte. Temler hatte in Jena und Göttingen studiert und war in Jena 1831 in absentia promoviert worden.[103] Die Prognose des Kurators erfüllte sich auf tragische Weise, nur drei Jahre nach seiner Ernennung verstarb Temler. Er hatte hauptsächlich zur Elementarmathematik, zum Teil auch für Medizinstudenten, gelehrt.

Abbildung 3.3
Ernst Mirbt, Privatdozent für Mathematik und Philosophie in Jena 1832 – 1836, Extraordinarius 1836 – 1847

Innerhalb von etwa zwei Jahren bemühten sich somit vier Wissenschaftler um eine Privatdozentur, die die Mathematik zumindest als ein

[101] UAJ, A 422a, unpaginiert, Gesuch der Philisophischen Fakultät vom 21. Januar 1834
[102] Temler 1834. Vgl. UAJ, J 12, Bd. 3, S. 596 f. und [Chemnitius, 1992], S. 65
[103] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1717, unpaginiert, Begleitbericht der Curatel, [...] Temler [...] betreffend vom 5. Februar 1834; UAJ, A 422a, unpaginiert, Gesuch der Philisophischen Fakultät vom 21. Januar 1834; Genehmigung der Regierungen vom 12. bzw. 21. Februar 1834

wesentliches Lehrgebiet umfasste. Für die Salana erwuchsen aus diesem ungewöhnlichen Zuspruch jedoch keine nennenswerten Vorteile, da keiner der neuen Dozenten sich längere Zeit erfolgreich mathematisch betätigte.

Im Frühjahr 1839 bewarb sich Ernst Friedrich Apelt (1812 – 1859) mit einer Schrift über die einfachen Kräfte der Natur[104] um eine Privatdozentur für Philosophie und Mathematik. Die Philosophische Fakultät wie der Senat unterstützten den Antrag. Apelt hatte bis 1836 in Jena, unter anderem bei Fries, und dann in Leipzig studiert und war im September 1836 in absentia in Jena promoviert worden. Von seinen Leistungen in der notwendigen Magisterprüfung zeigten sich die Fakultätsmitglieder sehr beeindruckt, bescheinigten ihm eine vorzügliche Vorbildung zum Lehrer der mathematischen Wissenschaften und versprachen sich «von seiner Thätigkeit [...] das Ersprießlichste und daß unsere Universität an ihm eine vorzügliche Acquisition machen werde». Jedoch schränkten sie, indem sie nur eine mathematische Lehrtätigkeit in den Blick nahmen, den Antrag deutlich ein.[105] Die Ausrichtung auf die Mathematik wurde in den Begleitschreiben der nachfolgenden Instanzen übernommen. Der Kurator sprach zwar davon, dass Apelt die Venia Legendi zunächst für die mathematischen Wissenschaften anstrebe, betonte jedoch, Apelt werde den «durch den Tod des Dr. Temmler [sic!]» erlittenen «noch nicht ersetzten Verlust» ausgleichen.[106] Das Votum fiel ebenfalls positiv aus, nachdem ihm durch weitere Erkundigung Apelt «sehr in wissenschaftlicher, wie in sittlicher Hinsicht empfohlen worden» war. Im Mai 1839 genehmigten die Regierungen der Erhalterstaaten das Gesuch.[107] Bereits ein Jahr später, 1840, erfolgte Apelts Ernennung zum außerordentlichen Professor.[108] Unabhängig von der Ausrichtung seiner Lehraufgaben wirkte er als Philosoph und hat

[104] Apelt 1839

[105] UAJ, BA 454, Bl. 35 – 36, 38. Ob diese Konzentration auf die Mathematik in dem Gutachten der Fakultät bewusst vorgenommen wurde, weil ein Mathematiker gebraucht und nach Fricke bzw. Eggeling alle philosophischen Stellen besetzt waren (UAJ, J 12, Bd. 3, S. 603; Eggeling, 1875, S. 503), muss offen bleiben. Das Gutachten enthält keine diesbezüglichen Hinweise.

[106] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1717, unpaginiert, Begleitbericht der Universitäts-Curatel vom 17. Mai 1839; Bericht der Universität vom 18. April 1839

[107] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1717, unpaginiert, Genehmigung vom 29. Mai 1839

[108] UAJ, BA 430, Bl. 85, 87 – 88, 90 – 92

kaum Einfluss auf die Mathematikentwicklung genommen. Ab 1844, nach dem Tod von Fries, konzentrierte er sich auch in seinen Vorlesungen fast ausschließlich auf philosophische Themen, unter anderem zur mathematischen Naturphilosophie. Eine Veranstaltung zur Mathematik hielt er zuletzt im Sommersemester 1842.[109] Zwölf Jahre später wurde Apelt zum außerordentlichen Honorarprofessor berufen und erhielt als Nachfolger von Karl Friedrich Bachmann (1784 – 1855) schließlich das Ordinariat für praktische Philosophie in Jena, das seinen Interessen besser entsprach, das er aber aufgrund seines frühen Todes nur drei Jahre inne hatte. Als Schüler von Fries gab er die Zeitschrift *Abhandlungen der Fries'schen Schule* sowie das Fries'sche Werk *Politik oder philosophische Staatsführung* heraus und publizierte eine Darstellung der Grundzüge von dessen Philosophie in den *Epochen der Geschichte der Menschheit*.[110]

Mit Ernst Erhard Schmid (1815 – 1885) wurde 1840 ein weiterer Schüler von Fries aufgrund einer Arbeit zur Wellentheorie des Lichts zum Privatdozent für Physik und Mineralogie ernannt.[111] Schmid war nach Beendigung seines Studiums der Mathematik und der Naturwissenschaften an der Salana 1837 für ein Jahr nach Wien gegangen, um sich dort in Maschinenlehre und Maschinenzeichnung weiterzubilden und um die Kaiserliche Mineraliensammlung kennenzulernen.[112] Der Prorektor erklärte in dem Schreiben an die Erhalterstaaten, dass von Schmid «nicht allein für unsere Akademie, sondern für die Wissenschaft überhaupt Erb[?]auliches zu erwarten» stehe.[113] Die Philosophische Fakultät urteilte ebenso positiv und schätzte den Antrag als für die Universität wünschenswert und vorzüglich ein.[114] Schmids Lehrgebiete waren sehr vielfältig. Sie umfassten u. a. die Experimentalphysik, die mathematische Physik, die Mineralogie/Kristallographie, die Technologie

[109] Einige Vorlesungen der folgenden Jahre, wie die zur populären Astronomie und die zur physischen Geographie, könnte man im weitesten Sinne noch zur angewandten Mathematik rechnen.

[110] Fries 1848; Apelt 1846

[111] Schmid 1840. ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1717, unpaginiert, Begleitbericht der Universitäts-Curatel wegen [...] Schmid vom 22. März 1840; Bericht der Universität vom 13. März 1840; Ernennungsschreiben vom 30. April 1840. Chemnitius 1992, S. 66

[112] UAJ, BA 454, Bl. 50

[113] UAJ, BA 454, Bl. 52

[114] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1717, unpaginiert, Bericht der Philosophischen Fakultät vom 8. März 1840

sowie Teile der Mathematik und der Chemie. Dagegen konzentrierten sich seine Forschungen auf die Mineralogie, Geologie und Geographie. 1843 wurde Schmid durch die Erhalter der Universität zum außerordentlichen Professor für Naturgeschichte ernannt. Im April des gleichen Jahres richtete er zusammen mit dem Professor für Botanik Matthias Jacob Schleiden (1804 – 1881) aus privaten Mitteln ein Laboratorium für physikalische und chemisch-physiologische Zwecke ein, an dem Studenten Anleitung zum eigenständigen Experimentieren erhielten. Ihre Hauptaufgabe sahen Schleiden und Schmid darin,

> «durch die Leitung der Arbeiten beständig auf die Unvollständigkeit einseitiger Behandlungsweisen aufmerksam zu machen und die Nothwendigkeit des Ineinandergreifens aller naturwissenschaftlichen Disciplinen und Hülfsmittel aufzuweisen. Dies letzte insbesondere sollte für jeden Lehrer der Naturwissenschaft eine Herzensangelegenheit seyn, weil allein dadurch dem unerträglichen Hochmuth der Einseitigkeit und dem arroganten Verachten fremder Leistungen und fremder Gebiete ein wirksamer Damm entgegengesetzt werden kann. Es giebt nur Eine Natur und Eine Wissenschaft von derselben, aber ihre Ausbildung erfordert bei der engen Begrenzung der menschlichen Fassungskraft die Theilung der Arbeit in gar viele einzelne Disciplinen; nur die Gesammtthätigkeit aller Mitarbeiter erreicht den Zweck, und nur bedauernswürdige Rohheit verwechselt den eignen beschränkten Horizont mit dem Umfange des Weltalls»[115]

Am Ende des darauffolgenden Jahres baten sie den Senat der Universität um dessen Schutz für das Laboratorium, vor allem um die Aufnahme des Laboratoriums in das Adressbuch der Universität. Der Prorektor unterstützte das Anliegen und hob die «nach außen hin nothwendig günstige[n] Wirkungen» für die Universität hervor, worauf der Antrag genehmigt wurde.[116] Das Laboratorium bestand, später als Physiologisches Institut bezeichnet, bis 1856.[117] Wie schon die

[115] UAJ, BA 1333, unpaginiert, Druckschrift: Ankündigung des physiologischen Praktikums [...] Jena 1843, S. 4

[116] UAJ, BA 1333, unpaginiert, Begleitschreiben des Prorektors vom 2. Januar 1845

[117] Steinmetz 1958, Bd. 1, S. 437. Bei der Regelung der Nachfolge für den hauptamtlichen Repräsentanten der Physiologie, der 1856 Jena verlassen hatte, wurde die Vertretung dieses Faches durch Einrichtung eines Extraordinariats auf eine Person konzentriert. Die übrigen, zeitweise in der Lehre aktiven Dozenten widmeten sich ihrem jeweiligen Berufungsgebiet.

Physikalische Gesellschaft Suckows so folgte auch diese Gründung des Laboratoriums den zur damaligen Zeit neuen Einsichten in der Lehre der Naturwissenschaften, speziell der Physik und Chemie, die theoretische Stoffvermittlung durch die experimentell-praktische Tätigkeit zu ergänzen. Die Schmid-Schleiden'sche Initiative war zwar auf die Ausbildung der Mediziner gerichtet, doch darf die Wirkung auf die Fachausbildung in diesen Disziplinen nicht unterschätzt werden. Im Bezug auf Letztere ist noch eine weitere Aktivität des bereits erwähnten Suckow hervorhebenswert: Dieser kündigte im März 1845 die Einrichtung eines technisch-chemischen Laboratoriums an, in dem die Studierenden vor allem das chemische Experimentieren erlernen, ihr Wissen erweitern und manuelle Fertigkeiten erlangen konnten.[118]

3.4 Der Nachfolger von Fries: Snell

Während Physik und Chemie durch die Einrichtung der Labore gestärkt wurden, erlitt die Mathematik in Jena einen Einbruch. Fries erkrankte Anfang 1843 schwer und verstarb im August desselben Jahres. Nach vier Sitzungen verfasste die Philosophische Fakultät am 17. Oktober den Denominationsbericht. Sie betonte einleitend, dass Fries die beiden Fächer seiner Professur auf «gleich ausgezeichnete Weise» vertreten habe und leitete daraus die Begründung ab, warum keiner der Jenenser Dozenten für das Fries'sche Ordinariat infrage kam: entweder seien diese nur in einem der beiden Fächer tätig oder aber sie seien für eine derartige Stelle noch nicht reif genug. Im Anschluss schlug die Fakultät für die Nachfolge an erster Stelle den Berliner Extraordinarius Heinrich Wilhelm Dove (1803 – 1879) und an zweiter den Leipziger Professor August Ferdinand Möbius (1790 – 1868) vor. Diese waren anerkannte Gelehrte, deren Bedeutung die Fakultät durch Gutachten von dem Physiker Wilhelm Weber (1804 – 1891), dem Astronom Peter

[118] UAJ, BA 1333, unpaginiert, Druckschrift: Ankündigung des technisch-chemischen Laboratoriums unter Leitung des Professors Dr. Gustav Suckow. Jena 1845 (6 S.). Suckow stellt dabei eine nahezu direkte Verbindung zu dem früheren physikalisch-chemischen Seminarium (Physikalische Gesellschaft) her und erwähnt weitere Aktivitäten hinsichtlich der Praktika für Studierende. Die naheliegende Vermutung, dass er die Praktika mit wechselndem Titel passend zur jeweiligen Vorlesung in loser Folge anbot, konnte mit dem eingesehen Aktenmaterial nicht geklärt werden.

Andreas Hansen (1795 – 1874) und dem Mathematiker Carl Friedrich Gauß (1777 – 1855) belegte. Obwohl die Fakultät meinte, einen dieser beiden für das Ordinariat gewinnen zu können, fügte sie noch eine Liste von sieben weiteren Kandidaten an. Diese waren, in der Reihenfolge ihrer Nennung, die Professoren Heinrich Buff (1805 – 1878) aus Gießen, Wilhelm Eisenlohr (1799 – 1872) aus Karlsruhe, Christian Ludwig Gerling (1788 – 1864) aus Marburg, Johann August Grunert (1797 – 1872) aus Greifswald, der Weimarer Gymnasiallehrer und Fries-Schüler Ludwig Kunze (1805 – 1890), der Breslauer Professor Georg Friedrich Pohl (1788 – 1849) sowie der ehemalige Dresdener Gymnasiallehrer Karl Snell (1806 – 1886).[119]

Snell hatte sich bereits einen Monat nach Fries' Tod in einem Schreiben an die Philosophische Fakultät als möglicher Kandidat um die Nachfolge beworben. Indem er sich als Lehrer der Mathematik und Naturwissenschaft in Verbindung mit Philosophie darstellte, verdeutlichte er seine Eignung gerade für die Nachfolge von Fries, der zugleich als Philosoph, Mathematiker und Physiker gewirkt hatte. Diese Fächerkombination war aber nach Snells Meinung unter Fachgelehrten kaum noch anzutreffen: «Unsere Mathematiker und Physiker vom Fach sind gewöhnlich am weitesten von dem entfernt, was mit Philosophie Verwandtschaft hat, und unsere Philosophen sind bekanntlich selten gründliche Kenner der Mathematik und Physik.»[120] Snell räumte zwar ein, dass seine bisherige Laufbahn wie auch seine Veröffentlichungen nicht ganz geeignet sein dürften für eine Universitätslehrerstelle, ging aber nichtsdestotrotz detailliert auf diese ein. Er hatte zwischen 1823 und 1829 auf den Universitäten in Halle, Göttingen und Berlin Mathematik, Naturwissenschaften und Philosophie studiert und im Anschluss als Lehrer in Dresden an verschiedenen Schulen gearbeitet. Die letzte Stelle am städtischen Gymnasium kündigte er 1842, um sich auf eine Universitätslaufbahn vorzubereiten. Dazu diente auch das Abhalten von öffentlichen Vorlesungen zur Mathematik und populären Astronomie, welche gut besucht waren. Er erwähnte sein Werk zur Elementargeometrie[121]

[119] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1667, Bl. 40 – 43
[120] UAJ, M 303, Bl. 97 – 97v
[121] Snell 1841

und naturphilosophische Schriften sowie noch weitere im Entstehen begriffene Arbeiten zur Differential- und Integralrechnung[122].

Abbildung 3.4
Heinrich Wilhelm Dove, Ordinarius für Physik an der Universität Berlin 1845 – 1879

In einem Separatvotum legte W. K. Fr. Suckow Ende Oktober 1843 die Unzeitmäßigkeit einer Mathematik und Physik vereinigenden Professur klar dar:

> «Nach dem Standpunkt, welche die genannten Wissenschaften [Mathematik und Physik] gegenwärtig einnehmen und nach dem Umfang, welchen sie in der neuern Zeit erlangt haben, möchte es wohl schwerlich gelingen, einen Gelehrten zu finden, der gleich gründliche und umfassende mathematische und physicalische Kenntnisse in sich vereiniget und der geeignet ist, in beiden auf eine dem Universitäts-Zweck entsprechende Weise als Lehrer aufzutreten. Daher ist auch, Jena allein ausgenommen, auf allen mir [W. K. Fr. Suckow] bekannten übrigen Universitäten, die Lehrstelle der Mathematik von der der Physik getrennt und selbst in Jena hat die Vereinigung beider Professuren erst seit meines Vaters Tode [Lorenz Johann Daniel Suckow] bestanden. Wer den Forderungen,

[122] Snell 1846

> die man an einen Lehrer der Physik zu stellen berechtiget ist, genügen soll, kann, zumal bei den in neuerer Zeit so raschen Fortschritten dieser Wissenschaft und bei der Nothwendigkeit fortgesetzter [sic!], nicht zugleich auch Mathematiker von gleicher Bedeutsamkeit sein und umgekehrt.»[123]

Suckow verkannte nicht die Bedeutung der Mathematik für die Physik und betonte bewusst das unterschiedliche Niveau der in der Lehre zu vermittelnden höheren Mathematik und der in der Physik angewandten Mathematik. Allerdings entsprach die von ihm vorgenommene Einschränkung der Letzteren auf die «niedere Mathematik» nicht dem damaligen Forschungsstand, so dass seine Auffassungen in diesem Punkt kritisch zu bewerten sind:

> «Zwar wird auch der Physiker mathematischer Kenntnisse keinesweges entbehren können, aber diese Kenntnisse, deren er zur Erreichung seines wissenschaftlichen Zwecks bedarf, reichen für einen akademischen Lehrer der Mathematik nicht aus, dessen Beruf es verlangt, auch in das Gebiet der höheren Mathematik einzudringen, indem die niedere (Arithmetik, Geometrie, die Anfangsgründe der Algebra, die Lehre von den Logarithmen, die ebene Trigonometrie u.s.w.) schon auf Gymnasien gelehrt wird.»[124]

Um seine Argumentation zu untermauern, zeigte Suckow dann auf, dass die von der Philosophischen Fakultät genannten Kandidaten entsprechend ihrer Lehr- und Forschungstätigkeit entweder als Mathematiker (Grunert, Möbius, Kunze) oder als Physiker (Dove, Pohl, Eisenlohr) einzuschätzen seien. Abschließend erwähnte er das Fehlen von Jenenser Kandidaten im Denominationsbericht und brachte seinen Sohn Gustav Suckow ins Spiel, der aufgrund seiner langjährigen Lehrtätigkeit und seiner einschlägigen Veröffentlichungen für die Stelle qualifiziert sei. Beispielsweise habe seine seit 1835 angebotene Vorlesung zur Experimentalphysik trotz der Konkurrenz zu dem Fries'schen Kursus stets einen guten Zuspruch bei den Studierenden gefunden. Unabhängig und noch zwei Tage vor dem Schreiben seines Vaters hatte sich Gustav Suckow an das Staatsministerium in Weimar gewandt und um Berücksichtigung bei der Wiederbesetzung der Professur gebeten.[125]

[123] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1667, Bl. 44 – 44v, Hervorhebung im Original
[124] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1667, Bl. 44v, Hervorhebung im Original
[125] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1667, Bl. 53 – 54

Er argumentierte wie sein Vater für eine Trennung der Professur in eine für Mathematik und eine für Physik.

Wie im Fakultätsbericht scheint auch bei der Entscheidungsfindung im Weimarer Ministerium die Trennung der beiden Professuren überhaupt nicht in Erwägung gezogen und diskutiert worden zu sein. In der Beschlussvorlage des Ministeriums an die übrigen Erhalterstaaten vom 28. November 1843 wurde auf diesen Aspekt nicht eingegangen. Das Ministerium folgte im Wesentlichen dem Bericht der Philosophischen Fakultät und insbesondere dem Motiv, als Nachfolger von Fries einen Mann zu wählen, der «einen ehrenvollen, allgemein anerkannten, wissenschaftlichen Namen» von außen mitbringt und mit seinem Übertritt zur Jenenser Universität deren Ansehen in der Gelehrtenwelt erhöht.[126] Aus diesem Grund sollte die Professur zuerst Dove (bei einem Jahresgehalt von 600 Thalern) und, falls dieser ablehnt, Möbius (bei einem Gehalt von 500 Thalern) angeboten werden. Bei einer Absage dieser beiden erhielt Kunze, dessen Eignung vom Standpunkt der Lehraufgaben noch über die der Erstgenannten gestellt wurde, dann den Vorzug vor den übrigen Kandidaten. Eine nicht unerhebliche Rolle dürfte dabei gespielt haben, dass Kunze in Weimar tätig und am Hofe durch Vorträge persönlich bekannt war. Sein Jahresgehalt sollte ebenfalls 500 Thaler betragen, was exakt der Dotierung von Fries' Professur entsprach. Fries hatte aber zuletzt mehr als doppelt soviel bezogen, so dass die angesetzten Jahresgehälter der Nachfolger eher knapp bemessen waren.

Das Ministerium nutzte die frei werdenden Mittel und sprach sich zudem für eine Gehaltsaufstockung von Apelt um 300 Thaler jährlich wegen seiner fruchtbringenden Lehre im Bereich der Philosophie und des Ausschlagens eines Rufes nach Dorpat aus. Auf das Separatvotum von Suckow einzugehen, sah das Ministerium in Weimar wegen des Vorschlagsrechts der Fakultät kritisch:

> «die Fakultät hat ihn [G. Suckow] «gegen die Observanz» nicht genannt; die Universität hat statutenmäßig das Recht der Präsentation; es ist bedenklich, in dieses Recht sofort und unmittelbar einzugreifen; es ist ebenso bedenklich, vielleicht noch bedenklicher, vorerst einen Bericht zu erfordern und dadurch Auseinandersetzungen und Ausführungen zu veranlassen, welche in den

[126] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1667, Bl. 49 – 49v

> kollegialischen Verhältnißen einerseits eine schwere Aufgabe seyn, andererseits noch tiefer verwunden dürften.»[127]

Gerade die letzte Bemerkung lässt vermuten, dass die Verhandlungen innerhalb der Fakultät um die Nachfolge von Fries keine leichten waren.[128] Alle Ministerien bis auf Meiningen stimmten mit der Stellungnahme des Weimarer Ministeriums vollkommen überein. Meiningen drängte lediglich darauf, im Falle des Ablehnens von Dove und Möbius nochmals über den Ruf an Kunze zu beratschlagen.[129]

Dieser Fall trat auch ein: Bis März 1844 hatten sich Dove und Möbius gegen die Jenenser Professur entschieden – sicher nicht zuletzt wegen der geringen Dotation. Mitte März gingen zwei Empfehlungsschreiben aus Dresden zu Snell beim Staatsministerium Weimar ein.[130] Dieses forderte daraufhin die Philosophische Fakultät und die Universität zur nochmaligen Stellungnahme in Bezug auf Snell auf, speziell zu der Frage, ob an der ursprünglichen Rangfolge, Kunze vor Snell, festgehalten werde. In diesem Fall würde Kunze den Ruf erhalten.[131] Nur wenige Tage später, am 21. März, berichtete der interimistisch agierende Kurator Andreas Gottlieb Hoffmann (1796 – 1864), dass Snell von Fakultät und Senat Kunze vorgezogen werden würde. Hoffmann stimmte diesen zu:

«Snell scheint alles in sich zu vereinigen, was von dem zu berufenden Professor nur irgend gewünscht werden kann, und man darf sich zu ihm versehen, daß er die von ihm vertretenen Fächer bei uns wieder recht in Aufnahme bringen würde. Er hat auch auswärts einen sehr geachteten Namen, was bis jetzt bei Kunze nicht der Fall ist. Sein Eintritt in das hiesige Lehrerpersonal wäre ein würdiger Ersatz für den Geheimen Hofrath Fries [...].»[132] Diese einseitig positive Beurteilung von Snell

[127] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1667, Bl. 50 – 50v

[128] Eccarius vermutet vordergründig einen Streit zwischen Gelehrten, welche die Fries'sche Schule und insbesondere die Mathematik ablehnten, und Vertretern dieser Richtung aus den Naturwissenschaften (Eccarius 1986, Bd. 1, S. 147 – 156). Hintergründig scheint es eine Reaktion auf den einsetzenden Verlust der Vorrangstellung der Vertreter der philologisch-philosophischen Disziplinen innerhalb der Philosophischen Fakultät zu sein.

[129] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1667, Bl. 57 – 61

[130] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1667, Bl. 67v, 68

[131] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1667, Bl. 67

[132] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1667, Bl. 63v

unterschied sich deutlich von der ein halbes Jahr zuvor von der Fakultät abgegebenen, als Snell nur einer von sieben Kandidaten war.

Abbildung 3.5
Karl Snell, Ordinarius für Mathematik und Physik in Jena 1844 – 1886 (keine Lehrveranstaltungen ab 1884)

Anfang April 1844 nahm Snell den Ruf zum ordentlichen Professor für Mathematik und Physik an und begann, dem Wunsch des Herzogs folgend, die Ausfallzeit der Vorlesungen möglichst gering zu halten, seine Vorlesungen Mitte des Sommersemesters. Der entscheidende Grund für Snell, entgegen seinen ursprünglichen Absichten die Lehrverpflichtungen früher wahrzunehmen, dürfte das große Entgegenkommen der Fakultät gewesen sein. Noch vor seinem Eintritt in die Fakultät verlieh ihm diese am 28. April 1844 mit der Ehrenpromotion die «nöthigen akademischen Grade» und erleichterte ihm so wesentlich den Antritt seiner Laufbahn.[133] Im Juni wurde Snell förmlich vereidigt. Das interimistische Kuratel der Universität setzte sich in seinem Bericht vom 29. August 1844 dafür ein, die Fries zugestandenen Gelder für die Erhaltung des physikalischen Kabinetts an Snell zu übertragen. Gleichzeitig wies es mit Nachdruck auf notwendige Reparaturen an den Apparaten und die Erneuerung von Geräten hin. Damit «für den

[133] UAJ, M 304, Bl. 140, 197, 324

Unterricht [in Physik] im Winter 1844/45 nichts Wesentliches oder Unentbehrliches vermißt werden wird, was zur Vollständigkeit der Demonstration und Veranschaulichung der wichtigsten Probleme in jetziger Zeit erforderlich» ist, bat der Kurator um einen außerordentlichen Zuschuss von «nicht unter Einhundert Thalern».[134] Mit den zahlreichen Reparaturen der Geräte müsse unverzüglich begonnen werden. Weiterhin schlug er den Verkauf unnötiger Apparate vor sowie, den daraus erzielten Erlös dem Kabinett zufließen zu lassen. Angesichts Snells im Vergleich zu seinem Vorgänger geringen Gehalts und des im Jahre 1833 erfolgten Neubaus eines Laboratoriums für den Professor der Chemie Döbereiner regte er außerdem an, dass Snell keine Miete für den Hörsaal der Physik mehr zahlen müsse und die Universität die von Fries bezahlte mobiliare Einrichtung des Hörsaals erwerbe.[135] Die Mittel für den Erhalt des physikalischen Kabinetts wurden daraufhin auf Snell übertragen. Inwiefern die anderen Vorschläge umgesetzt wurden, ließ sich nicht ermitteln. Die Apparate des physikalischen Kabinetts wurden auch von anderen Dozenten der Experimentalphysik, so von G. Suckow und E. E. Schmid, genutzt.[136] Nach dem Tod von Döbereiner 1849 ordnete das Staatsministerium Weimar die Zusammenlegung des Snell anvertrauten physikalischen Kabinetts, zu dem neben dem Fries'schen auch das Großherzogliche gehörte, mit dem von Döbereiner unter einem Dach an. Als Unterbringungsort wurde das oberste Stockwerk des von Döbereiner bewohnten Staatsgebäudes vorgeschlagen. Snell sollten als Direktor der Sammlung jährlich insgesamt 120 Thaler zum Erhalt der Kabinette dienen. Das Weimarer Staatsministerium drängte zudem auf die formale Trennung zwischen «akademischer» [d. h. der Universität gehöriger] und Großherzoglicher Sammlung und auf eine einfache Möglichkeit zur Mitnutzung dieser durch andere Dozenten.[137]

Am Rand sei noch erwähnt, dass der Tod von Döbereiner der Weimarer Regierung außerdem einen Anlass bot, um die Einrichtung einer Professur für Technologie und Mineralogie anzuregen und den ordentlichen Honorarprofessor für Staats- und Kameralwissenschaften

[134] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1667, Bl. 94v-95, Zitat Bl. 95
[135] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1667, Bl. 95 – 96v
[136] UAJ, BA 1333, unpaginiert, Aktennotiz des Universitätssekretärs vom 24. Juli 1843
[137] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1446, Bl. 3 – 4; UAJ, BA 1333, unpaginiert, Schreiben des Weimarer Staatsministeriums vom 18. Dezember 1849

Schüler dafür vorzuschlagen. Das Staatsministerium war fälschlicher Weise davon ausgegangen, dass Döbereiner eine Professur für Chemie, Pharmazie und Technologie innehatte, die nun in eine für Chemie und Pharmazie sowie eine für Technologie aufgeteilt werden sollte. Die Philosophische Fakultät reagierte zurückhaltend auf diesen Vorschlag: zum einen bekleidete Döbereiner nur die Professur für Chemie, zum anderen sei die Technologie statutengemäß Bestandteil der Professur für Staats- und Kameralwissenschaften, so dass die neue Professur dann außerhalb der Philosophischen Fakultät angesiedelt wäre. Das Staatsministerium ging auf diese Bedenken kaum ein und verlieh Schüler im Sommer 1849 eine Nominalprofessur für Technologie und Mineralogie.[138] Er starb allerdings bereits 1855.

3.5 Ein Hauch von moderner mathematischer Forschung: Schlömilch – ein Intermezzo

Im Dezember 1843, als über die Nachfolge von Fries verhandelt wurde, suchte Oskar Xaver Schlömilch (1823 – 1901) bei der Philosophischen Fakultät um die Habilitation und die Venia Legendi für mathematische Wissenschaften nach.[139] Er hatte 1838 begonnen, in Jena zu studieren, und hörte bei Fries Vorlesungen zur Mathematik und Physik.[140] Dieser riet ihm 1840, seine Studien in Berlin fortzusetzen. Dort entstanden Schlömilchs erste Artikel für das *Archiv der Mathematik und Physik*. Im Herbst des folgenden Jahres ging er nach Wien, wo er sich insbesondere naturwissenschaftlich weiterbildete. 1842 wurde er in Jena mit einer Arbeit über die Anziehung von Sphäroiden promoviert.[141] Nachdem der Zeitpunkt seiner Habilitation von der Anstellung eines Nachfolgers von Fries abhängig gemacht wurde, bat Schlömilch angesichts der Absagen der beiden favorisierten Kandidaten im März 1844 um die Dispensation von den «akademischen Feierlichkeiten»[142] und legte zwei Gutachten bei. Der Leipziger Mathematiker und Philosoph Moritz Drobisch (1802 – 1896) beurteilte Schlömilchs Fähigkeiten insbesondere

[138] UAJ, BA 432, Bl. 128 – 130, 133 – 133v
[139] UAJ, BA 454, Bl. 100 – 101v
[140] Zu Schlömilch vgl. [Koch 1986].
[141] UAJ, M 301, Bl. 1, 7; ein Exemplar der Arbeit: ebenda, Bl. 8 – 22
[142] UAJ, BA 454, Bl. 100 – 101v

anhand einer ersten unvollständigen Lektüre von dessen Monographie *Beiträge zur Theorie bestimmter Integrale* (1843) sehr wohlwollend: «Ihre [Schlömilchs] Vertrautheit mit den höchsten Theilen der Integralrechnung, Ihre Sicherheit und Gewandtheit im Gebrauche des Calculs haben mir [Drobisch] aufrichtige Bewunderung eingeflößst. [...] Sie [...] haben vollkommen klar geschrieben, ja ich glaube, Sie hätten zuweilen noch ein oder das andre Mittelglied ohne Nachtheil weglassen können.»[143] Drobisch riet Schlömilch vom Beruf des Gymnasiallehrers explizit ab: «Wer im 21sten Jahre solche Proben abzulegen im Stande ist wie Sie [Schlömilch], der sollte, wenn es seine Mittel irgend gestatten, sich nur der Universität widmen. An einem Gymnasium werden Sie keinen Ihren Kräften angemessenen, und also auch nicht einen für Sie erfreulichen Wirkungskreis finden.»[144] Ähnlich positiv urteilte auch Möbius, der sowohl die Monographie als auch mehrere Zeitschriftenartikel von Schlömilch studierte hatte. Er hielt ihn

> «für einen Mathematiker von umfassenden Kenntnissen, ausgezeichneten Talenten und erfinderischem Geiste [...], der zugleich die Gabe einer klaren und präzisen Darstellung besitzt.»[145]

Die Philosophische Fakultät unterstützte zwar die Entbindung Schlömilchs vom Examen, aber nicht von der Verteidigung und der Probevorlesung.[146] Dem schlossen sich die Erhalterstaaten an. Am 4. Mai 1844 hielt Schlömilch seine Disputation über den Satz von Taylor («de theoremate Tayloriano»), zwei Tage später seine öffentliche Probevorlesung über «das Verhältniß der bewegenden Kräfte in der Mechanik zur Mathematik.»[147] Aufgrund der dabei gezeigten überzeugenden Leistung wurde er von der Fakultät als «bedeutendes mathematisches Lehrtalent» anerkannt, «dessen Erwerbung sie als einen wahren Gewinn für die Universität betrachtet» und der von ihr «mit wahrem Vergnügen» als Privatdozent empfohlen werde.[148] Allerdings wies der interimistische Kurator Hoffmann am 17. Mai in dem Begleitschreiben zum Fakultätsbericht darauf hin, dass noch nicht ganz die sonst erforderliche Frist von

[143] UAJ, BA 454, Bl. 102v-103
[144] UAJ, BA 454, Bl. 103 – 103v
[145] UAJ, BA 454, Bl. 102
[146] UAJ, BA 454, Bl. 107
[147] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1718, Bl. 41 – 41v; UAJ, M 304, Bl. 169 – 171
[148] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1718, Bl. 41v

zwei Jahren zwischen Promotion und Habilitation verstrichen sowie eine weitere formelle Bedingung nicht erfüllt sei. Beides sah Hoffmann, der von Schlömilchs Probevorlesung «vorzüglich [...] angezogen und befriedigt» war, jedoch nicht als Hinderungsgrund für dessen Habilitation an.[149] Die Erhalterstaaten sahen dies ähnlich, so dass das Verfahren bis zum Monatsende abgeschlossen und Schlömilch zum Privatdozenten ernannt wurde.

Bereits zwei Jahre später, im März 1846, bat Schlömilch mit Unterstützung der Philosophischen Fakultät um Beförderung zum außerordentlichen Professor. Neben kleineren Schriften wurde von der Fakultät sein 1845 erschienenes *Handbuch der algebraischen Analysis* besonders hervorgehoben.[150] Das Staatsministerium Weimar unterstützte dieses Gesuch, auch wenn damit eine Ausnahme von den Regeln zur Beförderung junger Dozenten gemacht wurde. Schlömilch hoffte offensichtlich, durch seine Professur leichter einen Verleger für den zweiten Teil seines Werkes zu finden.[151] Die übrigen Erhalterstaaten pflichteten Weimar bei, so dass Schlömilch noch Ende April zum Extraordinarius ernannt wurde.

Mit Snell und Schlömilch vollzog sich eine Neuerung in der Lehre der Mathematik in Jena. Beide boten Vorlesungen zur Differential- und Integralrechnung auf dem Niveau der Zeit an. Schlömilch kündigte außerdem Vorlesungen zur algebraischen Analysis sowie Geometrie an und er war der erste Jenenser Dozent[152], der zur analytischen Mechanik und zu bestimmten Integralen las. Mit ihm kamen spürbar Einflüsse des während des eigenen Studiums erlebten Berliner Vorlesungsbetriebs, insbesondere von Johann Peter Gustav Dirichlet (1805 – 1859), nach Jena. Zudem gründete Schlömilch eine mathematische Gesellschaft.[153] Außerdem unterstützte Schrön die Lehre durch Vorlesungen zur Elementarmathematik. Im Bereich der Naturwissenschaften bot Snell regelmäßig Experimentalphysik, Theorie des Lichts sowie populäre

[149] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1718, Bl. 39v

[150] Schlömilch 1845. UAJ, M 310, Bl. 49 – 50; ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1695, unpaginiert, Schreiben der Philosophischen Fakultät (Dekan Reinhold) an den Prorector vom 11. März 1846

[151] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1695, unpaginiert, Schreiben des Staatministeriums Weimar an das Ministerium in Altenburg vom 7. April 1846

[152] Eccarius 1986, Bd. 1, S. 150

[153] Vgl. Abschnitt 4.4.

Astronomie an. Daneben trugen Schmid und G. Suckow ebenfalls zur Experimentalphysik vor – teilweise alle drei im gleichen Semester. Mit dem Duo Snell – Schlömilch erhielt vor allem die mathematische Lehre in Jena Auftrieb und einen deutlich moderneren Charakter.

Schlömilch war allerdings nur wenige Jahre in Jena wirksam, da er durch seine Spezialisierung auf mathematische Vorlesungen und die schriftstellerische Tätigkeit als Autor von Mathematiklehrbüchern seinen Lebensunterhalt nicht dauerhaft absichern konnte. Er ließ sich zunächst beurlauben, um ab Oktober 1848 als Lehrer an einem Realgymnasium in Eisenach zu unterrichten. Ende 1849 verlies er die Salana ganz, um eine Professur in höherer Mathematik am königlichen Polytechnikum in Dresden anzunehmen. Damit verlor Jena einen jungen, produktiven und vielversprechenden Mathematiker,[154] der aufgrund seiner fachlichen und organisatorischen Fähigkeiten in der Lage gewesen wäre, der Mathematik und ihren Beziehungen zur Physik eine größere Beachtung an der Salana zu verschaffen.

Mit der Habilitation von Hermann Schaeffer (1824 – 1900), einem der ersten Schüler von Snell, schien sich im März 1850 ein Ersatz für den Verlust von Schlömilch gefunden zu haben. Schaeffer hatte seit 1844 in Jena, Berlin und Leipzig Mathematik und Naturwissenschaften studiert. Im Juli 1847 wurde er in Jena aufgrund der Bearbeitung einer von Snell 1845 gestellten Preisaufgabe zur Philosophie des Kontinuums und zu den Methoden von Isaac Newton (1642 – 1727), Gottfried Wilhelm Leibniz (1648 – 1716) und Joseph Louis Lagrange (1736 – 1813) promoviert.[155] Als Habilitationsschrift reichte Schaeffer eine Abhandlung zum Verhältnis von Geometrie und Arithmetik ein.[156] Obwohl Schaeffer in seinem Examen die Fakultätsmitglieder nur in Mathematik und Physik völlig überzeugen konnte, in Philosophie, Geschichte und in den alten Sprachen zeigte sich die Fakultät «nicht ganz unzufrieden», befürwortete Snell in seiner Funktion als Dekan der Philosophischen Fakultät die Habilitation, weil ein Bedarf an mathematischen Dozenten bestand und «seit Jahren mehrere wichtige Zweige der Mathematik

[154] UAJ, BA 433, Bl. 14 – 20

[155] UAJ, J 12, Bd. 3, S. 641; Zur Begutachtung der Preisschrift vgl. UAJ, M 310, Bl. 117; UAJ, M 312, Bl. 10, 17 – 18. Für weitere biographische Angaben vergleiche Abbes Gedächtnisrede [Abbe 1904], Bd. 2, S. 342 – 346.

[156] Schaeffer 1850

aus Mangel an Lehrerkräften nicht angekündigt und gelesen werden konnten».[157] In der Tat waren Snell und der Astronom Schrön nach Schlömilchs Abgang allein für die mathematische Lehre verantwortlich und konnten nur sehr wenige Gebiete der höheren Mathematik anbieten. Die Erhalterstaaten genehmigten daraufhin Ende April bzw. Anfang Mai 1850 eine rasche Aufnahme Schaeffers als Privatdozent. Dies wurde am 28. Mai, nachdem Schaeffer seine Probevorlesungen gehalten und am Tag zuvor öffentlich disputiert hatte, von der Fakultät vollzogen.[158] Schaeffer unterstützte Snell in der Lehre, indem er wie Schrön die mathematischen Anfängervorlesungen, sogar gelegentlich auch die Experimentalphysik und ab den 1860er Jahren Veranstaltungen zur Telegraphie übernahm, so dass sich Snell den mathematischen Hauptvorlesungen widmen konnte. Außerdem gründete Schaeffer bereits 1850 die Mathematische Gesellschaft zu Jena, in der Studierende das Halten von Vorträgen üben konnten (vgl. Abschnitt 4.4).

Im Juni 1856 wurde Schaeffer zum außerordentlichen Professor ernannt.[159] Grund dafür war neben seiner äußerst erfolgreichen Lehrtätigkeit mit durchschnittlich 70 Studierenden in den vorangegangenen drei Semestern vor allem eine in Teilen schon publiziert vorliegende Abhandlung zur Stereometrie. In seinem Bericht wies der Kurator Moritz Seebeck ausdrücklich darauf hin, dass zur Ernennung eines Privatdozenten zum Professor sowohl ein Zeugnis des Lehrtalents als auch eines der wissenschaftlichen Forschung in Form von Publikationen vorliegen müsse.[160] Schaeffers Lehrbuch zur Stereometrie war als dritter Teil von Snells *Lehrbuch zur Geometrie für Schulen und zum Selbstunterricht* geplant.[161] Aufgrund Snells wohlwollender Begutachtung erfolgte Schaeffers Beförderung.[162]

---

[157] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1718, Bl. 294 – 294v. Vgl. auch UAJ, BA 456, Bl. 36 – 47 und UAJ, M 324, Bl. 97. Die Behauptung von Fricke (UAJ, J 12, Bd. 3, S. 641), dass Snell Schaeffers Habilitation sehr unterstützte, geht aus den Dokumenten nicht hervor.

[158] UAJ, M 324, Bl. 204

[159] UAJ, BA 434, Bl. 125 – 126

[160] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1271, unpaginiert, Bericht des Kurators vom 25. April 1856

[161] Schaeffer 1857; Snell 1857

[162] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1271, unpaginiert, Gutachten Snells vom 18. April 1856

3.6 Abbe und die folgenreiche Verbindung von Physik und Instrumentenbau

Als im Jahre 1863 das Habilitationsgesuch von Ernst Abbe bei der Philosophischen Fakultät einging,[163] ahnte keiner, wie stark dieser Mann die Entwicklung der exakten Naturwissenschaften in Jena bis über die Jahrhundertwende hinaus prägen sollte. Abbe hatte in Jena ab 1857 Mathematik und Physik studiert und war Mitglied in Schaeffers Mathematischer Gesellschaft geworden. Er setzte dann auf Snells Rat hin in Göttingen sein Studium bei W. Weber und Bernhard Riemann (1826 – 1866) fort, wo er zu Ostern 1861 promoviert wurde. Die Philosophische Fakultät stellte Abbes Doktorarbeit über die Äquivalenz zwischen Wärme und mechanischer Arbeit[164] besonders heraus und wies auf seine daraufhin erfolgte Anstellung als Assistent der Sternwarte in Göttingen hin. Angesichts dieser Leistungen bat sie um Dispens vom Staatsexamen.[165]

Der Kurator Seebeck unterstützte das Habilitationsgesuch. Neben Abbes Eignung als Forscher und Lehrer führte er als weiteren Grund für dessen Anstellung den «Uebelstand, daß hier in der phil[osophischen] Facultät der Lehrstuhl für Mathematik und für Physik combinirt ist», an.[166] Dadurch, so der Kurator weiter, sei es Snell und Schaeffer nicht möglich, in der angegebenen Zeit allein nur dasjenige in Mathematik und Physik vorzutragen, was bei dem Oberlehrer-Examen für ein preußisches Realgymnasium verlangt werde. Snell habe sich deshalb und, um seinen Schülern nicht immer die Fortsetzung ihrer Studien an anderen Universitäten anraten zu müssen, längst eine neue tüchtige Lehrkraft für Mathematik und Physik gewünscht und keiner sei Snell dazu willkommener als Abbe. Mit Abbe und Schaeffer werde sich Snell immer leicht über einen zweckmäßig geregelten Lehrzyklus in Mathematik und Physik verständigen können. Die dazu nötigen Verabredungen für die

[163] Als Habilitationsschrift diente die Arbeit [Abbe 1863]. Für eine detaillierte Würdigung von Abbe sei stellvertretend auf die Arbeiten [Auerbach 1918]; [Stolz/Wittig 1993] und [Dörband/Müller 2005] hingewiesen.

[164] Abbe 1861

[165] UAJ, BA 457, Bl. 121

[166] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1720, Bl. 54v

nächste Zeit seien schon getroffen worden.[167] Um Abbes Vorlesungen für das Wintersemester noch in den Lektionskatalog aufnehmen zu können, drängte der Kurator zudem auf Beschleunigung des Habilitationsverfahrens. Die Argumentation des Kurators verdeutlicht sehr klar, welch große Bedeutung die Lehrerausbildung als Aufgabe der Philosophischen Fakultät erlangt hatte und wie wichtig es war, dass die Jenaer Universität den sich daraus ergebenden Aufgaben gerecht wurde. Das Staatsministerium Weimar hatte keine Bedenken gegen Abbes Habilitation, sondern sah «der dadurch in Aussicht gestellten Vermehrung der Lehrkräfte für die genannten Disciplinen selbst mit Freude»[168] entgegen. Die anderen Erhalterstaaten stimmten ebenfalls zu, so dass Abbes Gesuch innerhalb von drei Wochen nach dem Bericht des Kurators genehmigt wurde.

Abbildung 3.6
Ernst Abbe, Privatdozent in Jena 1863 – 1870 (Aufnahme 1863)

Abbe wurde im Jahr seiner Berufung zum Mitglied der Medizinisch-Naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Jena gewählt. Ein Jahr später richtete er ein physikalisches Praktikum ein, das bereits an mehreren deutschen Universitäten zum festen Bestandteil einer modernen

[167] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1720, Bl. 54v-55
[168] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1720, Bl. 59

Abbildung 3.7
Carl Zeiss, Begründer der Zeiss-Werke (Aufnahme 1847)

Physikausbildung geworden war. Die Praktikumstätigkeit brachte ihn in Kontakt mit Carl Zeiss, dem Hof- und Universitätsmechaniker, der bereits im Herbst 1863 nach Abbes Entwürfen ein universell einsetzbares Instrument zum Messen kleiner elektrischer Ströme und des Magnetismus für dessen Vorlesungen angefertigt hatte.[169] Zeiss war ab 1834 bei Körner in die Lehre gegangen und hatte gleichzeitig an der Universität Jena Vorlesungen besucht.[170] Nach Jahren in verschiedenen Mechanikwerkstätten kehrte er 1845 nach Jena zurück und besuchte zwei Semester Vorlesungen zur Mathematik, Chemie und Astronomie. 1846 gründete er eine mechanische Werkstätte in Jena – die zum Ausgangspunkt für die späteren Carl Zeiss Werke Jena wurde –, in der ab 1847 sehr erfolgreich einfache Mikroskope, die eher an Lupen erinnerten, angefertigt wurden. Auf Anregung des Botanikers Schleiden stellte Zeiss ab 1857 kompliziertere Mikroskope her. Er wurde 1860 zum

[169] Wittig 1993, S. 30
[170] Zu Zeiss vgl. [Wimmer 2005] und [Stolz/Wittig 1993].

Universitätsmechaniker ernannt. Eine feste Zusammenarbeit zwischen Abbe und Zeiss begann 1866, als Abbe als freier wissenschaftlicher Berater von Zeiss engagiert wurde. Zeiss lenkte Abbes Aufmerksamkeit auf den Mikroskopbau. Infolge dessen konstruierte Abbe eine Reihe von Messinstrumenten zur Bestimmung von Brennweiten und Brechzahlen. Aber er versuchte auch, arbeitsorganisatorische Neuerungen in dem Betrieb durchzusetzen, wie etwa das Prinzip der Arbeitsteilung.[171]

Abbe wurde 1870 zum außerordentlichen Professor ernannt, nachdem ein Jahr zuvor ein entsprechender Versuch am Fehlen einer wissenschaftlichen Publikation gescheitert war. Bei allem Wohlwollen bestanden Philosophische Fakultät und Kurator auf dem Vorlegen einer weiteren, über die Dissertation bzw. Habilitationsschrift hinausgehenden wissenschaftlichen Arbeit als notwendige Voraussetzung für die Ernennung zum Extraordinarius. Sie erkannten zwar Abbes ungewöhnliche Produktivität an, die ihn nach der Lösung eines Problems zur Untersuchung des nächsten übergehen ließ, ohne die zuvor erzielten Ergebnisse zum Druck zu bringen. Doch nütze er damit der Wissenschaft wenig, «denn die größten Entdeckungen fruchten ihr nicht, wenn sie im Pulte des Forschers bleiben». Kurator Seebeck hatte bei grundsätzlicher Befürwortung der Ernennung Abbes dem Minister die Situation wie folgt geschildert:

> «Bei Dr. Abbe steht das Bedenken entgegen, daß er seit seiner Habilitation noch gar nichts veröffentlicht hat. Seine wissenschaftliche Tüchtigkeit unterliegt keinem Zweifel; aber hier und auf anderen Universitäten besteht, und ich glaube mit Recht, die Ansicht, daß ein Privatdozent nicht eher zum Professor befördert werden soll, als bis er auch ausdrücklich vor dem Forum der Fachgenossen durch seine schriftstellerische Leistung seine Befähigung für den wissenschaftlichen Beruf dokumentiert hat. Abbe hat dazu reichlich Stoff; aber ehe er ein Erforschtes druckfertig macht, geht er lieber zu neuen Untersuchungen über.»[172]

Als Abbe im Frühjahr 1870 endlich eine Veröffentlichung zum Druck gebracht hatte, beeilte sich Seebeck, die von Snell erhaltene Nachricht am

[171] Für mehr Details zur Entwicklung von Zeiss' Werkstätte zum Großbetrieb und der Zusammenarbeit von Abbe und Zeiss sei auf die Ausführungen in [Auerbach 1918]; [Stolz/Wittig 1993] und [Dörband/Müller 2005] verwiesen.

[172] Auerbach 1918, S. 131

14. April dem Ministerium zu übermitteln und unter Verweis auf seinen früheren ausführlichen Bericht und das Gutachten der Philosophischen Fakultät die Ernennung Abbes zu beantragen.[173] Abbe hatte eine umfangreiche Arbeit zur Optik vorgelegt, welche seine Erkenntnisse zur Theorie des Mikroskops, speziell die sogenannte Abbe'sche Sinusbedingung zur optimalen Wiedergabe für Mikroskope enthielt.[174] Ein im Jahre 1872 auf der Grundlage von Abbes Berechnungen angefertigtes Mikroskop aus dem Hause Zeiss war konkurrenzlos und entwickelte sich zum Verkaufserfolg. Die seit sechs Jahren bestehende intensive Kooperation begann reiche Früchte zu tragen. Es war der Anfang eines langjährigen, für beide Seiten gewinnbringenden Zusammenwirkens von Industrie und Wissenschaft in Jena.

An dieser Stelle seien zwei allgemeinere, die Philosophische Fakultät betreffende Ereignisse erwähnt, die im ersten Fall keinen direkten Einfluss auf die Beziehungen zwischen Mathematik und Physik hatten, wohl aber die Rahmenbedingungen charakterisieren. Es handelt sich hierbei zum einen um einen relativ frühen Antrag zur Gründung einer Naturwissenschaftlichen Fakultät und zum anderen um die Einrichtung einer wissenschaftlichen Prüfungskommission für das Lehramt an höheren Schulen. Der erstgenannte Antrag wurde von dem Ordinarius und Klinikdirektor Carl Gerhardt (1833 – 1902) im Dezember 1865 dem Senat mit der Bitte, diesen an die Regierungen der Erhalterstaaten weiterzuleiten, vorgelegt. Der Senat beschloss aber, zunächst Gutachten der Medizinischen und Philosophischen Fakultät einzufordern.[175] Leider wurde kein Aktenmaterial aufgefunden, anhand dessen nachverfolgt werden könnte, was aus diesem Antrag wurde und wie sich die Fakultäten dazu äußerten. Die Initiative Gerhardts wurde offensichtlich nicht aufgegriffen. Die Anregung zu dieser Idee erhielt Gerhardt vermutlich während seiner vorhergehenden Tätigkeit als Assistenzarzt und Privatdozent in Tübingen, wo 1863 die erste Naturwissenschaftliche Fakultät in Deutschland durch die Zusammenfassung der in der Medizinischen

[173] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1285, unpaginiert, Bericht des Kurators vom 14. April 1870

[174] Abbe 1871. Abbe hat diese umfassende Arbeit 1870 nochmals zurückgezogen, um Ergänzungen vorzunehmen und publizierte stattdessen zunächst einen kurzen Bericht über einen Spektralapparat am Mikroskop [Abbe 1870].

[175] UAJ, BA 462

und der Philosophischen Fakultät vertretenen naturwissenschaftlichen Fächer eingerichtet worden war.[176]

Die erste wissenschaftliche Prüfungskommission für das Lehramt an höheren Schulen wurde an der Universität Jena erst 1874 eingerichtet und damit ein lange überfälliger Schritt vollzogen. Erstmals waren derartige Kommissionen 1810 in Preußen gegründet worden, als im Rahmen der preußischen Bildungsreform eine Institutionalisierung der wissenschaftlichen Lehrerbildung erfolgte.[177] Die Prüfungen wurden durch eine entsprechende Prüfungsordnung geregelt, die mehrfach abgeändert und 1824 sowie 1866 in überarbeiteter Form jeweils neu erlassen wurde. In Jena war der Kommissionsgründung im August 1871 eine Petition von Studierenden vorausgegangen. Sie forderten darin die Einrichtung einer Prüfung für Kandidaten des höheren Schulamts, welche in ganz Thüringen Gültigkeit besäße und den 1866 eingerichteten Prüfungen in Preußen gleiche, so dass auch für Preußen die Lehrbefähigung erworben werden könne. Bis zu diesem Zeitpunkt mussten die Lehramtsstudenten an eine preußische Universität wechseln, um dieses Examen ablegen zu können. Das erfolgreiche Ablegen dieser Prüfung war aber zugleich in immer mehr deutschen Ländern zu einer notwendigen Voraussetzung für eine Anstellung im Schuldienst geworden. Die Thüringer Schulen bevorzugten ebenfalls Kandidaten, die ein solches Examen abgelegt hatten, ungeachtet der Tatsache, dass Letzteres an der Landesuniversität nicht möglich war. Nach der Gründung des Kaiserreichs liefert zudem die angestrebte Kompatibilität der Abschlüsse und der Eintrittsbedingungen in den höheren Schuldienst einen weiteren Grund, zumindest die Prüfungsanforderungen festzulegen. Obwohl die Erhalterstaaten die Notwendigkeit einer solchen Regelung anerkannten, bedurfte es einer weiteren Petition der Studierenden, bis 1874 eine Prüfungsordnung verabschiedet und eine entsprechende Kommission eingerichtet wurde. Abbe übernahm die Prüfung von Lehrern in Mathematik und Physik, nachdem Snell dieses Amt wegen Krankheit und Schaeffer (aus unbekanntem Grunde)

[176] Im Allgemeinen kam es an den deutschen Universitäten erst im 20. Jahrhundert zur Einrichtung einer (Mathematisch-)Naturwissenschaftlichen Fakultät.

[177] Für eine genaue Beschreibung dieses Prozesses vergleiche [Schubring 1983], zu den Prüfungskommissionen speziell Kap. 8. Die Prüfungskommissionen gingen 1816 aus den zunächst eingerichteten wissenschaftlichen Deputationen hervor.

abgelehnt hatten. Nach der Besetzung des neu geschaffenen Ordinariats für Mathematik mit Johannes Thomae (1840 – 1921) übernahm dieser 1879 die mathematischen Prüfungen. Vier Jahre später, 1883, gab Abbe die Physikexamen an Leonhard Sohncke (1842 – 1897) ab.[178]

Zu den Schülern von Snell, Schaeffer und Abbe zählte Gottlob Frege (1848 – 1925), der von 1869 bis zum Wintersemester 1870/71 in Jena studierte und Mitglied in Schaeffers Mathematischer Gesellschaft war.[179] Neben Vorlesungen zur Mathematik und Physik besuchte er auch solche zur Chemie und zur Philosophie. Anscheinend beeinflussten vor allem Abbes Veranstaltungen Frege, der ihm wahrscheinlich auch die Weiterführung des Studiums in Göttingen anriet. Ab dem Sommersemester 1871 studierte Frege dort Mathematik u. a. bei Alfred Clebsch (1833 – 1872) und Ernst Schering (1833 – 1897) sowie Physik bei W. Weber und Eduard Riecke (1845 – 1915). Außerdem belegte er eine Vorlesung zur Religionsphilosophie bei Hermann Lotze (1817 – 1881). Im Dezember 1873 wurde Frege mit der Arbeit *Ueber eine theoretische Darstellung der imaginären Gebilde in der Ebene* in Göttingen promoviert.

Schon im darauf folgenden Frühjahr bewarb sich Frege mit der Schrift *Rechnungsmethoden, die sich auf eine Erweiterung des Größenbegriffes gründen* um die Habilitation in Jena.[180] Eine gründliche Begutachtung, die aufgrund einer Erkrankung Snells auf dessen Vorschlag von Abbe vorgenommen wurde, fiel äußerst positiv aus. Freges Habilitationsschrift betreffe einen Gegenstand von großem und weitreichendem Interesse. Sie trage in allen Stücken die Signatur wirklicher Originalität und erfinderischer Kraft an sich.

> «Bei der Entwickelung einer Idee geht er [Frege] überall von umfassenden Gesichtspunkten zum Einzelnen herab. Die Art aber, wie im Fortgang der Untersuchung die allgemeinen Gedanken in die mathematische Detailarbeit eingreifen, bekundet die Fähigkeit des Verfassers, sich zu einer ausserordentlichen Höhe der Abstraction zu erheben und dabei seine Begriffe so fest und bestimmt zu halten, dass sie sich noch da als kräftige Handhaben

[178] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1478, 1479, 1480

[179] Zu Frege vgl. die Biographie von Kreiser [Kreiser 2001] und die Arbeit von Dathe [Dathe 1992].

[180] Frege 1874

> des Denkens erweisen, wo sie, flüchtig angesehen, schon fast inhaltsleer geworden scheinen.»[181]

Die Philosophische Fakultät und der Senat unterstützten Freges Gesuch. Sie wiesen darauf hin, dass Frege «den Vertretern der Mathematik an unserer Universität schon von seiner Studien Zeit her auf das Vortheilhafteste bekannt» sei, und führten zusätzlich als rein pragmatischen Grund die Erkrankung Snells und den damit verbundenen Ausfall seiner Vorlesungen im bevorstehenden Sommersemester an.[182] Der Kurator schloss sich dem an und ergänzte mit Hinweis auf ein persönliches Gespräch mit Abbe, dass

> «er [Frege] mit einer eminenten Begabung für mathematische Forschung in dieser seiner Wissenschaft [...] ein ebenso umfängliches wie gründlich orientirtes Wissen verbinde, und man deshalb von seinen weiteren Leistungen sehr Bedeutendes sich versprechen dürfe.»[183]

Die Erhalterstaaten gaben ihre Zustimmung, so dass Frege die Venia Legendi für Mathematik zügig erhielt und bereits im Sommersemester mathematische Vorlesungen in Jena halten konnte. Allerdings veranlasste der Verlauf des im Rahmen des Habilitationsprozesses durchgeführten Kolloquiums Abbe bereits zu diesem Zeitpunkt, einen Mangel an Sprachgewandtheit bei Frege zu konstatieren. Er sprach von «Schwierigkeiten, [...] auf Fragen einzugehen, die nicht schlechthin aus dem Gedächtnis, sondern vielmehr aus einer zusammenfassenden Reflexion über vielerlei Einzelwissen zu beantworten sind» und ihm erschienen Freges Antworten als «weder schlagfertig noch fliessend».[184]

Etwa ein Jahr später, im Juli 1875 beantragte Paul Victor Langer (1851 – 1925) die Venia Legendi für Mathematik und Physik. Langer hatte am Polytechnikum in Dresden, u. a. bei Schlömilch, sowie an den Universitäten Leipzig und Jena Mathematik und Physik studiert und wurde im Wintersemester 1874/75 an Letzterer cum laude promoviert. Als Habilitationsschrift reichte er eine Arbeit über die Wärmebewe-

[181] UAJ, M 639, Bl. 149v-150
[182] UAJ, M 639, Bl. 144v
[183] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1412, unpaginiert, Bericht des Curators vom 25. April 1874
[184] UAJ, M 639, Bl. 142

gung in einer Kugelschale ein.[185] In seinem Gutachten beschrieb Abbe diese weder hinsichtlich der Wahl der Mittel noch hinsichtlich des Lösungswegs als originell – Langer knüpfte an seine Dissertation zur periodischen Wärmebewegung an und benutzte den von Carl Neumann (1832 – 1925) u. a. entwickelten potentialtheoretischen Ansatz. Allerdings trüge Langers Arbeit «in allen Stücken das Gepräge selbständiger Untersuchung» und biete «im Detail der mathematischen Entwickelungen auch mancherlei eigenthümliche, zum Theil scharfsinnig ausgedachte Wendungen dar.»[186] Ihre Bedeutung für die Physik schätzte Abbe eher gering ein, aber für die Analysis legte er ihr einen gewissen Wert bei. Die Philosophische Fakultät und der Senat begrüßten das Habilitationsgesuch und wiesen auf die durch die noch immer andauernde Erkrankung Snells entstehenden Engpässe in der mathematischen und physikalischen Lehre hin. Der Kurator betonte noch, dass keinesfalls daran Anstoß zu nehmen sei, dass Langer am Polytechnikum in Dresden studiert habe, da dieses «für Mathematik und Physik in Folge seines Lehrplans und der da vereinten vorzüglichen Lehrkräfte neben jeder Universität eine hochgeltende Anstalt» sei.[187] Die Erhalterstaaten hatten nichts gegen Langers Habilitation einzuwenden, welche allerdings erst im November mit dem Abhalten der Probevorlesung abgeschlossen war. Langer blieb nur drei Jahre an der Universität Jena. 1878 ging er als Lehrer an das Gymnasium in Gotha und tauschte die finanziell unsichere Universitätsstelle gegen ein besoldetes Schulamt.[188]

Trotz der Engagements von Frege und Langer war keine Verbesserung der Situation hinsichtlich des mathematischen Lehrangebots in Sicht: Aufgrund seiner andauernden Krankheit hatte sich Snell zeitweise, etwa für das Sommersemester 1874, beurlauben lassen und viele weiterführende Vorlesungen fielen aus. Abbe wurde mehr und mehr in die Arbeit und Organisation bei den Zeiss-Werken eingebunden. Sein Vorlesungsschwerpunkt verlagerte sich in Richtung Physik. Am 22. Juli 1876 unterschrieb Abbe den ihm von Zeiss offerierten Gesellschaftsvertrag und wurde Teilhaber an den Zeiss-Werken. Da es das vorrangige

[185] Langer 1875
[186] UAJ, M 640, Bl. 214v
[187] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1412, unpaginiert, Bericht des Curators vom 22. August 1875
[188] Chemnitius 1992, S. 74

Ziel von Zeiss war, Abbe fester an seine Fabrik zu binden und die weitere Entwicklung derselben zu sichern, musste sich dieser im § 3 des Vertrages verpflichten, sein Engagement an der Universität nicht zu erhöhen und «insbesondere auf die Annahme einer ordentlichen Professur» zu verzichten, wenn nicht «Herr Zeiss im Interesse des Geschäftes seine Zustimmung hierzu ihm ausdrücklich» erkläre.[189]

Im Juni 1878 schlug die Philosophische Fakultät die Beförderung von Abbe und Schaeffer zu ordentlichen Honorarprofessoren vor. Abbe gehöre «unstreitig zu den größten wissenschaftlichen Zierden unserer Hochschule».[190] Er hatte zudem kürzlich einen Ruf nach Berlin ausgeschlagen. Schaeffer hatte sich nicht so sehr als Forscher denn als Lehrer bewährt: «Als Schriftsteller hat sich der Genannte [Schaeffer] wenig hervorgethan, doch gehören seine Vorlesungen zu den beliebtesten und besuchtesten an unserer Hochschule und ist es uns von außerordentlichem Werth ihn an unserer Hochschule zu besitzen, da er es so meisterhaft versteht die Anfänger in das Studium der Mathematik und Physik einzuführen und sie für diese Wissenschaften zu interessiren.»[191] Der neue, im Januar 1878 ins Amt gekommene Kurator August Tuercke (1817 – 1884), der dem schon seit 1874 um Entbindung aus dem Amt bittenden Seebeck nachfolgte,[192] schloss sich dieser Ansicht an, erwähnte aber noch weitere Gründe für deren Beförderung. Beide strebten kein Ordinariat an aufgrund der damit verbundenen zusätzlichen Arbeitsbelastung. Schaeffers physikalische Privatsammlung ermöglichte es ihm zudem, «den hier bestehenden Mangel an genügenden physikalischen Apparaten zu einem großen Theil» abzuhelfen.[193] Die Regierungen der Erhalterstaaten befürworteten die Ernennung von Abbe und Schaeffer

[189] CZA, CZO-S 429, Bl. 2v. Abbe und Zeiss hatten bereits am 15. März 1875 einen Gesellschaftsvertrag über die Beteiligung Abbes an der Geschäftsführung der Firma Carl Zeiss abgeschlossen. Bereits dort war im § 6 unter anderem Abbes Verzicht «auf die Annahme einer ordentlichen Professur» festgeschrieben worden. CZA, CZO-S 510

[190] UAJ, BA 438, Bl. 66

[191] UAJ, BA 438, Bl. 66v. Zu Schaeffers Lehrleidenschaft vgl. auch die 1913 publizierten Erinnerungen [Cappeller 2008].

[192] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1117, Bl. 169; ThStAAbg, Gesamtministerium, 1119

[193] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1285, unpaginiert, Bericht des Curators vom 26. Juni 1878

zu ordentlichen Honorarprofessoren, so dass diese schnell vollzogen werden konnte.

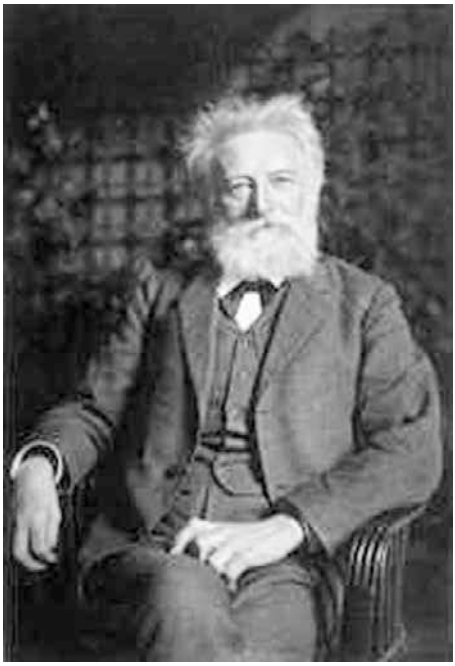


Abbildung 3.8
Rudolf Eucken, Ordinarius für Philosophie in Jena 1874 – 1920

Schon ein halbes Jahr später, im Januar 1879 – Langer war bereits wieder aus der Fakultät ausgeschieden – wünschte die Philosophische Fakultät, dass drei ihrer Privatdozenten zu außerordentlichen Professoren ernannt wurden, darunter auch Frege.[194] Die Beförderung Freges hatte der Ordinarius für Philosophie Rudolf Eucken (1846 – 1926) angeregt. Frege war in den letzten Jahren eine starke Stütze in der Lehre geworden. Er hatte die Hauptvorlesungen zur Mechanik von dem erkrankten Snell übernommen und hielt erfolgreich Vorlesungen für fortgeschrittene Studenten: «In der That», so der Fakultätsbericht, «ist Dr. Frege vermöge der großen Klarheit und Präcision seiner Darstellung und vermöge der Bedachtsamkeit seines Vortrags vorzüglich geeignet, strebsame Zuhörer in die schwierigsten Materien des mathematischen Studiums einzuführen; seine Vorlesungen sind einem sie mit anhörenden Mathematiker in Hinsicht auf die genannten wesentlichen Punkte

[194] Vgl. hierzu die ausführliche Schilderung in [Kreiser 2001], Kap. 5.1.

als vollkommen mustergültig erschienen.»[195] Darüber hinaus hatte Frege gerade seine *Begriffsschrift* beendet.[196] Ein abschließendes Urteil über ihren Wert wurde im Fakultätsbericht nicht abgegeben angesichts des «sehr eigenartigen Ideenkreise[s] dieser Schrift», wenngleich sie «durchweg das Gepräge originaler Forschung» trage.[197] Diese gerade im Vergleich zur Lehrleistung eher zurückhaltende Einschätzung der *Begriffsschrift* ging auf eine noch ungünstigere Einschätzung Abbes zurück: «Für ein glückliches schriftstellerisches Debut kann ich [Abbe] desshalb diese erste Veröffentlichung meines Collegen [Frege] auch keineswegs halten; sie wird vermuthlich nur von Wenigen gründlich gelesen und von noch Wenigeren verstanden und gewürdigt werden.»[198] Der Kurator bemerkte dazu in seinem Bericht, dass die unpräzise Beurteilung der *Begriffsschrift* im Fakultätsbericht wahrscheinlich auf mangelnde Kenntnis dieser unter den Dozenten zurückzuführen sei, und er erwähnte eine günstigere Rezension durch Kurd Lasswitz (1848 – 1910) in der *Jenaer Literaturzeitung*. Im Juli 1879 teilte das Weimarer Ministerium der Universität mit, dass Frege zum außerordentlichen Professor ernannt worden sei.[199]

3.7 Die Astronomie an der Salana

3.7.1 Die Errichtung der Sternwarte und ihre ersten Leiter bis 1823

Bis Anfang des 19. Jahrhunderts mussten Jenaer Gelehrte, die zur Astronomie forschten, und Studenten, welche astronomische Studien betreiben wollten, ohne eine lokale Sternwarte auskommen.[200] Allerdings war 1786 die Schlosssternwarte in Gotha und vier Jahre später eine weitere gut ausgestattete auf dem Seeberg bei Gotha errichtet worden und zeitweise mit ausgezeichneten Astronomen, wie etwa Franz Xaver Zach (1754 – 1832), Bernhard Lindenau, Johann Franz Encke und

[195] UAJ, BA 438, Bl. 105v
[196] Frege 1879
[197] UAJ, BA 438, Bl. 106, 106v
[198] UAJ, M 459, Bl. 93
[199] UAJ, BA 438, Bl. 154. Vgl. auch [Kreiser 2001], S. 363.
[200] Zur Astronomie in Jena auch vor Errichtung der Sternwarte vgl. [Knopf 1937].

Peter Andreas Hansen, besetzt. Im Mai 1811 beschloss Herzog Carl August, in Jena eine Sternwarte bauen zu lassen, um astronomische Vorlesungen und Beobachtungen zu fördern. Carl August wie auch der Staatsminister Goethe zeigten beide ein starkes persönliches Interesse an der Astronomie. Die Sternwarte sollte zwar der Universität zur Nutzung zur Verfügung stehen, aber wie andere Anstalten oder Museen allein aus dem Weimarischen Haushalt finanziert werden, gehörte also zur sogenannten extraordinären Universität. Aufgabe der Universität war es, ein geeignetes Baugrundstück für die Sternwarte aufzufinden.[201] In zweijähriger Bauzeit wurde an ein Wohnhaus in dem heutigen Schillergässchen ein Anbau mit einem kleinen, vermutlich drehbaren Turm errichtet. Allerdings schränkte das Dach des Wohnhauses die Sicht nach Nordost stark ein. Die Ausstattung der Sternwarte war von Anfang an eher bescheiden. Die Instrumente, darunter ein Mittagsrohr, ein Newton'sches Spiegelteleskop (das allerdings bereits 1820 unbrauchbar war und wahrscheinlich in Jena nie zu wissenschaftlichem Zwecke benutzt wurde), ein Spiegelsextant, eine astronomische Uhr und etwas später ein wahrscheinlich Anfang der 1820er Jahre angeschafftes Heliotrop, waren größtenteils Geschenke von Carl August. Die astronomische Literatur stammte aus dem Mathematischen Bureau in Weimar.

Als ersten Leiter der Sternwarte sah der Herzog den im März 1811 von ihm zum Extraordinarius für Mathematik ernannten Carl Dietrich Münchow vor.[202] Münchow, dem die Leitung bereits im April 1812 übertragen wurde, setzte sich für die Beschleunigung des Baus der Sternwarte ein und regte noch einige Veränderungen der instrumentellen Ausstattung an. Die erste astronomische Beobachtung in der neuen Sternwarte – die Beobachtung von Meridiandurchgängen einiger Fixsterne – führte er am 3. September 1813, dem Geburtstag des Herzogs, durch. Bereits vier Jahre später versuchte Münchow eine Erweiterung der Sternwarte zu erreichen, um weitere Instrumente aufstellen zu können. Obwohl der Direktor der Sternwarte Seeberg bei Gotha Bernhard Lindenau das Gesuch befürwortete, wurde der Vorschlag nicht umgesetzt. Münchow wurde 1817 zum ordentlichen Honorarprofessor ernannt und folgte 1819

[201] UAJ, A 2353

[202] UAJ A 648, Bl. 1; für die Zustimmung der übrigen Erhalter der Universität, ebenda, Bl. 2 – 4. Die Angabe von Knopf, Münchow sei schon 1810 berufen worden (Knopf 1937, S. 120), ist demnach falsch.

einem Ruf zum Ordinarius für Mathematik, Astronomie und Physik an die Universität Bonn.[203]

Nachfolger von Münchow als ordentlicher Honorarprofessor für Mathematik und Aufseher der Sternwarte wurde auf Empfehlung durch Lindenau der Assistent der Göttinger Sternwarte Johannes Friedrich Posselt.[204] Posselt hatte in Kopenhagen und Göttingen u. a. bei Gauß studiert und war dort mit einer mathematischen Arbeit promoviert worden. Er hatte sich bereits früh mit mehreren astronomischen Arbeiten hervorgetan, darunter eine zur Berechnung der Bahnelemente des Kleinplaneten Juno. Im Jahr 1820 bestimmte Posselt mit Hilfe von Beobachtungen während einer ringförmigen Sonnenfinsternis die geographische Länge der Sternwarte Jenas. Die Breitenbestimmung im selben Jahr gelang ihm jedoch nicht zu seiner Zufriedenheit. Herzog Carl August bekundete lebhaftes Interesse an den Messungen der Sternwarte und ordnete umfangreiche Beobachtungen des Sternhimmels sowie des Wetters an. Meteorologische Beobachtungen zu Luftdruck, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windrichtung und Bewölkung wurden seit 1819 dreimal täglich an der Sternwarte in Jena durchgeführt. Zusammen mit den Ergebnissen aus den Wetterstationen in Ilmenau und auf der Wartburg wurden diese für die Jahre 1822 bis 1827 veröffentlicht. Die Meteorologie stand im Zentrum des Interesses von Herzog Carl August und Goethe. Posselt konnte aufgrund der schlechten Ausstattung der Sternwarte und der umfangreichen meteorologischen Aufgaben keine große Wirksamkeit in Jena im Bereich der Astronomie entfalten. 1823 verstarb er jung nach nur knapp vierjähriger Tätigkeit in Jena. Aus seinem Nachlass erwarb man für die Bibliothek der Sternwarte neunzehn astronomische Werke.

[203] UAJ A 648, Bl. 6 – 9. Die Zustimmungserklärungen der Erhalter liegen im Zeitraum von Juni 1816 bis April 1817; dies dürfte der Grund für die in der Literatur unterschiedlichen Angaben zum Zeitpunkt der Berufung Münchows sein. Die wohl maßgebende Entschließung des Großherzogs stammt vom 11. März 1817. Für die Genehmigung der Entlassung vgl. UAJ A 660, unpaginiert, Schreiben des Großherzogs Carl August vom 23. Februar 1819. Die Ausrichtung der Bonner Professur wird ebenfalls unterschiedlich angegeben. [Knopf 1937], S. 135; [Poggendorff 1863], Bd. 2, Sp. 231

[204] UAJ A 660

3.7.2 Die Leitung der Sternwarte durch Schrön

Der frühe Tod Posselts bedeutete für die Sternwarte zunächst eine mehrjährige Nichtbesetzung der Leitungsposition. Erst 1829 wurde Ludwig Schrön zum Inspektor und Observator an der Sternwarte ernannt.[205] Schrön hatte ab 1819 in Jena bei Posselt studiert und war ab 1820 Assistent der Sternwarte, ab 1822 «Conducteur» der Sternwarte. Zu seiner Hauptaufgabe zählten meteorologische Messungen. Zwei Jahre später, 1824, wurde er mit einer Arbeit zu meteorologischen Beobachtungen des Jahres 1822 promoviert und gehörte seitdem der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher als Mitglied an. Schrön beschäftigte sich vor allem – auf Anregung Goethes – mit meteorologischen Fragen und gab zwei Zeitschriften zur Meteorologie heraus. Er entwickelte 1827 zwei Instrumente zur Regen- und Verdunstungsmessung (Hyetometer bzw. Atmometer) und ein Schema zur Beobachtung und Aufzeichnung von Wetterdaten, das anderen meteorologischen Stationen zum Vorbild gedient haben soll. Nach Posselts Tod hatte er dessen Wohnung neben der Sternwarte bezogen und setzte seine meteorologischen Forschungen fort.

Außerdem hatte Schrön auch regelmäßig astronomische Beobachtungen durchzuführen. In einem von Großherzog Carl August bei Lindenau angeforderten Gutachten zu Schröns astronomischen Arbeiten stellte dieser ein negatives Urteil aus: sowohl in der Handhabung der Instrumente als auch in den Rechnungen stellte Lindenau bei Schrön Mängel fest. Man beschloss, Schrön zur Weiterbildung an eine etablierte Sternwarte zu schicken. Nachdem eine Fortbildung bei Friedrich Wilhelm Bessel (1784 – 1846) in Königsberg aus finanziellen Gründen fallengelassen werden musste, konnte man erreichen, dass Schrön während eines einjährigen Aufenthalts 1828/29 bei Hansen an der Sternwarte Seeberg nahe Gotha seine astronomischen Kenntnisse vertiefte. Bei der Übertragung der Verantwortung für die Jenaer Sternwarte 1829 an Schrön befanden sich die Instrumente dort in so schlechtem Zustand, dass keine Beobachtungen durchgeführt werden konnten. Daher kümmerte sich Schrön zunächst um deren Reparatur bzw. um die Neuanschaffung von Geräten. Dennoch blieb die instrumentelle Ausstattung der Sternwarte mangelhaft.

[205] Zu Schrön vgl. [Schaeffer 1875]; [Knopf 1937].

Um die Ausbildung in Astronomie nicht ganz verkümmern zu lassen, bot Fries gelegentlich Vorlesungen zur Astronomie an. Im Juni 1834 bat Schrön um die Venia Legendi. Schrön sah es aus didaktischen, inhaltlichen und pragmatischen Gründen als sinnvoll an, neben Vorlesungen zur Astronomie auch solche zur Mathematik zu halten. Aufgrund seiner mangelnden Lateinkenntnisse ersuchte er jedoch um Dispens von der Antrittsvorlesung in lateinischer Sprache.[206] Der Kurator Ziegesar sprach sich gegen das Dispensionsgesuch aus, da er es «für höchst bedenklich» hielt, bei einem «angehenden Privatdozenten eine solche Dispensation jemals eintreten zu laßen.»[207] Die Philosophische Fakultät hatte Schröns Gesuch in allen Punkten unterstützt und auf dessen unermüdliche, auch von auswärtigen Gelehrten sehr anerkannte Tätigkeit verwiesen, ohne den Verzicht auf die Antrittsvorlesung in lateinischer Sprache zu kommentieren bzw. zu begründen.[208] Im Vergleich mit dem hohen Stellenwert, den die Philosophische Fakultät dem Nachweis von Lateinkenntnissen im Rahmen der Statutenreform beimaß (vgl. Abschnitt 3.3), ist Letzteres bemerkenswert und ein deutliches Indiz für die sich verändernden Sprachanforderungen. Als Lösung des Problems schlug der Kurator vor, Schrön aufgrund seiner wissenschaftlichen Tätigkeit sowie einer bereits erfolgreich durchgeführten Vorlesung zur populären Astronomie sogleich zum außerordentlichen Professor zu ernennen.[209] Die Regierungen griffen den Vorschlag auf und im September 1834 wurde Schrön ein Extraordinariat zuteil.[210] Damit war die Astronomie wieder fester Bestandteil der Jenaer Lehre. 1846 erhielt Schrön den Titel «Direktor der Sternwarte».

Teils aufgrund der mangelhaften Ausstattung der Jenaer Sternwarte, teils aus persönlichem Interesse blieb die Meteorologie Schröns For-

[206] UAJ, BA 429, Bl. 32 – 33

[207] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1717, unpaginiert, Begleitungsbericht der Universitäts-Curatel, die Aufnahme des Dr. Ludwig Schrön [...] betreffend vom 24. Juli 1834

[208] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1717, unpaginiert, Schreiben des Dekans der Philosophischen Fakultät vom 15. Juni 1834

[209] ThStAAbg, Geh. Ministerium, 1717, unpaginiert, Begleitungsbericht der Universitäts-Curatel, die Aufnahme des Dr. Ludwig Schrön [...] betreffend vom 24. Juli 1834

[210] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1266, unpaginiert, Berufungsschreiben für Schrön vom 23. September 1834

schungsschwerpunkt. Er instruierte und beaufsichtigte die Aufseher mehrerer Wetterstationen im thüringischen Gebiet, bis die Wetterstationen 1832 aufgehoben wurden. Schrön erhöhte daraufhin die Beobachtungsdichte in Jena von drei auf sechs tägliche Messungen. Neben einigen Publikationen zur Meteorologie veröffentlichte Schrön einiges auf dem Gebiet der Chemie und Pharmazie. Zur Astronomie publizierte er jedoch lediglich eine kurze Notiz über eine Sonnenfinsternis.[211] Seine Vorlesungstätigkeit zur Astronomie war ebenfalls nicht sehr erfolgreich, fielen doch viele Vorlesungen aus. Neben Schrön kündigten auch Fries, Apelt, Snell und Schaeffer Veranstaltungen zur populären Astronomie an. Die theoretische Astronomie fehlte jedoch fast gänzlich in der Lehre an der Salana (vgl. Abschnitt 4.1.2). Schröns Hauptwerk, faktisch ein Produkt seiner Bearbeitung umfangreichen Beobachtungsmaterials, ist eine siebenstellige Logarithmentafel, die große Verbreitung fand und noch im 20. Jahrhunderts benutzt wurde (vgl. Abschnitt 5.1.3).[212]

Insgesamt muss man feststellen, dass es Schrön nicht zuletzt wegen der ungünstigen Rahmenbedingungen nicht gelang, die Astronomie in Jena sowohl in Bezug auf die Lehre als auch auf die Forschung aus dem Schattendasein herauszuführen.

3.7.3 Abbes Engagement und der Neubeginn mit Knopf

Mit dem Tod Schröns 1875 war die Existenz der Sternwarte in Jena ernsthaft bedroht. Angesichts des desolaten Zustandes der Sternwarte und des geringen Gehalts erschien es völlig unmöglich, einen auswärtigen Astronomen zu finden, der bereit gewesen wäre, die Direktion zu übernehmen. Eine Modernisierung der Anstalt war mangels finanzieller Mittel ebenfalls nicht geplant. Es spricht für den amtierenden Kurator Seebeck, dass er in dieser schwierigen Situation nicht einfach den Unterhalt der Sternwarte einstellte, was wohl auch den Neigungen des Weimarer Hofes entsprochen hätte, sondern durch ein Gutachten die Bedeutung der Sternwarte für die Salana analysieren ließ. Der um dieses Gutachten gebetene Abbe stellte darin einerseits klar, dass es nicht darum gehen könne, die Astronomie in Jena als eigenständiges Forschungsgebiet zu etablieren, dass es aber andererseits notwendig

[211] Schrön 1837
[212] Schrön 1860

sei, «die Vertretung der Astronomie um der anderen Wissenschaften willen, mit welchen sie in Konnex steht, und deren Studium von ihr aus Förderung empfangen kann, das heißt als Hilfswissenschaft für die mathematisch-physikalischen Studien» zu erhalten. Ganz den Ideen von Bessel und Franz Neumann (1798 – 1895) bei der Begründung der Königsberger mathematischen Physik folgend, lieferte die Astronomie nach Abbes Meinung gerade für Mathematiker und Physiker Musterbeispiele exakten Beobachtens sowie sorgfältiger und umfassender Datenanalyse.

> «Muß eine übersichtliche Kenntnis der astronomischen Lehren schon zur allgemeinen Bildung jedes Naturforschers gerechnet werden, so gehört eine solche Kenntnis in höherem Grade zur fachwissenschaftlichen Ausbildung derjenigen, welche sich mathematisch-physikalischen Studien widmen.»[213]

Nachdem er einige Grenzwissenschaften, die die Verbindung zwischen der Astronomie und der Mathematik bzw. anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen herstellen, wie mathematische Geographie, Mechanik des Himmels und Astrophysik genannt hatte, kam er zu dem Fazit, dass die Sternwarte unbedingt erhalten werden müsse, und sei es auf dem gegenwärtig notdürftigen Niveau. Eine Schließung der Sternwarte berge die Gefahr in sich, dass sie nie wieder eröffnet werde und die Astronomie somit für immer im Lehrangebot fehle. Das abschließende Angebot Abbes, die Leitung der Sternwarte zu übernehmen, gab der weiteren Entwicklung eine Wendung. Der Großherzog übertrug im August 1877 Abbe die Leitung der Sternwarte und stellte ihm ein Jahresgehalt von 900 Mark zur Verfügung, das dieser für die Neuanschaffung und Reparatur von astronomischen Instrumenten sowie für die Finanzierung der meteorologischen Ablesungen verwendete. Abbe nahm seine Wohnung neben der Sternwarte und hielt ab 1878 regelmäßig Vorlesungen zu astronomischen Themen.

Im Zusammenhang mit seiner Stellungnahme zur Fortführung der Sternwarte und der Übernahme des Direktorats hatte Abbe auf die Notwendigkeit hingewiesen, den wissenschaftlichen Apparat zu vervollständigen, und dafür um eine außerordentliche Bewilligung von 6000 Mark gebeten. Das Großherzogliche Ministerium entsprach dieser Bitte und stellte die Summe in den Haushaltsetat 1879/80 ein, der

[213] Zitiert nach [Auerbach 1918], S. 166.

dann vom Landtag genehmigt wurde. Im Dezember 1879 richtete Abbe ein Gesuch an das Weimarer Ministerium, um sich einige Freiheiten bei der Neuanschaffung eines größeren parallaktischen Fernrohrs, für die der größte Teil des Geldes geplant war, zu erbitten. Ob diese Petition Erfolg hatte, muss ebenso offen bleiben wie die Frage nach der Realisierung seines drei Monate zuvor eingereichten Vorschlags, ein zum Verkauf stehendes Nachbargrundstück zu erwerben, statt durch ebenfalls erhebliche Aufwendungen nur eine «die Sternwarte selbst nur nothdürftig sichernde[n] Nutzungsbeschränkung» für dieses Grundstück zu erreichen.[214]

Als Abbe als Miteigentümer des Zeiss'schen Unternehmens über ein ausreichendes Privatvermögen verfügte, ergriff er im August 1886 die Initiative, um den Zustand der Astronomie in Jena grundlegend zu verbessern, und bot dem Weimarer Ministerium an, auf seine Kosten ein an den Sternwartengarten südlich angrenzendes Grundstück zu erwerben, «im Sternwartengarten ein neues Observatorium nach einem von dem Großherzogl. Staatsministerium zu genehmigenden Plane [...] zu errichten» und «das alte, gänzlich baufällige Observatorium niederzulegen». Am 27. September teilte das Ministerium dem Kurator mit, dass der Großherzog unter der Maßgabe, vor Baubeginn die veranschlagte Bausumme sicherzustellen, «das hochherzige Anerbieten» mit aufrichtigem Dank angenommen habe.[215] Der Neubau wurde in den folgenden beiden Jahren ausgeführt. Abbe sorgte auch für eine gute Ausstattung der Sternwarte mit neuen Instrumenten, insbesondere 1891 mit einem Refraktor und 1892 mit einem Meridiankreis, beide in den Werkstätten des Zeiss-Schülers Carl Bamberg (1847 – 1892) hergestellt und auch für wissenschaftliche Untersuchungen bestimmt. Weitere Erwerbungen folgten. Einige Instrumente wurden in den Zeiss-Werken gefertigt und der Sternwarte unentgeltlich überlassen. Reparaturen an Instrumenten übernahmen, so weit als möglich, ebenfalls die Mechaniker der Zeiss-Werke. Das Glas für die Linsen der Geräte stammte zum Teil

[214] UAJ, C 670, lose eingelegte Schreiben Abbes vom 19. September und vom 16. Dezember 1879

[215] UAJ, C 670, Bl. 3 – 3v. Zu Abbes vielfältigen Bestrebungen, große Teile des ihm zufließenden Gewinns der Öffentlichkeit, insbesondere der Universität, zugute kommen zu lassen, die dann zur Gründung der Carl-Zeiss-Stiftung führten, vgl. Abschnitt 3.13.

aus der Fertigung des Glaswerks Schott. Des Weiteren kaufte Abbe noch ein weiteres, an die Sternwarte angrenzende Grundstück, damit die Arbeiten in der Sternwarte, speziell die Beobachtungen, nicht durch eventuelle Bautätigkeiten beeinträchtigt werden konnten.[216] In Bezug auf die Astronomie wurde die Universität also durch die lokale Industrie stark unterstützt. Durch Abbes Engagement für die Sternwarte konnte ein Niedergang der Astronomie in Jena abgewendet werden und der Neubau bot die Möglichkeit eines Neubeginns für die astronomische Forschung in Jena.

Abbildung 3.9 Sternwarte der Universität Jena

Als der Sternwartenneubau 1889 fertig gestellt war, dürfte Abbe sein Anliegen, die Astronomie an der Universität zu erhalten, als gesichert angesehen haben und strebte danach, sich in diesem Punkte von den vielfältigen Verpflichtungen zu entlasten. Er stellte daher auf der Basis eines zunächst aus eigenen Mitteln finanzierten Privatvertrags einen Ob-

[216] Das Gartengrundstück wurde der Öffentlichkeit überlassen. Die Carl-Zeiss-Stiftung übernahm die Kosten für die Gartenpflege. UAJ, C 659, Bl. 5, 6, 8 – 14

servator ein.[217] Später wurde dessen Gehalt von der Carl-Zeiss-Stiftung übernommen.[218] Abbes Wahl fiel auf Otto Knopf (1856 – 1945). Knopf hatte von 1875 bis 1879 in Jena und Berlin Mathematik und Physik studiert und war 1880 in Jena mit einer Arbeit über die Methoden zur Bestimmung der mittleren Dichtigkeit der Erde promoviert worden.[219] Nach kurzer Lehrtätigkeit an einem Berliner Gymnasium ging Knopf nach Südamerika, wo er zuerst auf der argentinischen Nationalsternwarte in Córdoba an der Fertigstellung des Sternenkatalogs und später als Ingenieur beim Bau einer Eisenbahnlinie arbeitete. Zurückgekehrt nach Europa nahm er eine Stelle im Recheninstitut der Berliner Sternwarte an. Auf Abbes Wunsch kam Knopf im März 1889 an die Jenaer Sternwarte. Dort begann er sogleich mit der Beobachtung von veränderlichen Sternen sowie mit der Breitengradbestimmung der Sternwarte. Außerdem entlastete er Abbe, indem er in dessen Namen die praktischen Übungen mit den Studierenden übernahm. Die meteorologischen Messungen wurden ebenfalls weiter geführt. Nachdem im Jahre 1891 der Bamberg'sche Refraktor aufgestellt worden war, widmete sich Knopf hauptsächlich der Positionsbestimmung von kleinen Planeten und Kometen. Die astronomischen Beobachtungen in Jena waren jedoch nicht selten in den Morgenstunden durch starke Nebelbildung beeinträchtigt. Außerdem behinderte die geringe Größe des Spaltes im Kuppeldach der Sternwarte und die deutsche parallaktische Montierung des Refraktors die Verwendung der neueren photographischen Methode, so dass die Ausstattung der Sternwarte ab einem bestimmten Zeitpunkt nicht mehr zeitgemäß war.

Zu Jahresanfang 1893 bewarb sich Knopf mit einer Abhandlung zur Schmidt'schen Sonnentheorie und ihrer Anwendung auf die Methode der spektroskopischen Bestimmung der Rotationsdauer der Sonne um die Habilitation für Astronomie.[220] Die von der Fakultät benannten Referenten Abbe und der Jenenser Physik-Ordinarius Adolph Winkelmann (1848 – 1910) akzeptierten die Schrift. Abbe hob zum einen die

[217] Dieser Vertragsabschluss, eine außergewöhnliche und wohl einmalige Vorgehensweise, und die Vertragsgestaltung wurde mehrfach als Beispiel für Abbes soziale Einstellung angeführt. [Auerbach 1918], S. 169; [Brandt 1988], S. 219

[218] UAJ, C 659, Bl. 1 – 4v

[219] Knopf 1880

[220] Knopf 1893b. Zum Habilitationsverfahren vgl. UAJ, M 647, Bl. 1 – 24.

bessere mathematische Begründung einiger Folgerungen dieser Theorie durch Knopf hervor, zum anderen würdigte er im Anwendungsteil der Arbeit mehrere bemerkenswerte Schlussfolgerungen, insbesondere die Feststellung,

> «dass nach dem Ergebniss der spektroskopischen Beobachtungen an[?] der Sonnenscheibe der Sonnenball nicht nach Art eines festen Körpers (z. B. eines Planeten) rotirt, sondern in seinen verschiedenen Zonen (und wahrscheinlich auch in den verschiedenen Schichten) erheblich verschiedene Winkelgeschwindigkeit der Bewegung erkennen lässt.»[221]

Der Experimentalphysiker Winkelmann schloss sich als Koreferent im Wesentlichen Abbes Beurteilung an und fügte hinzu, dass er selbst einen Vortrag von Knopf gehört habe und dieser eine «anerkennenswerthe Lehrbegabung» zu besitzen scheine.[222] In einem späteren, im Zusammenhang mit der Beförderung zum Extraordinarius angefertigten Gutachten sprach der Münchner Astronom Hugo Seeliger (1849 – 1924) Knopfs Habilitationsarbeit ebenfalls ein durchaus günstiges Urteil aus, auch wenn er selbst Vorbehalte gegen die Schmidt'sche Sonnentheorie hatte:

> «Daß ich [Seeliger] selbst die physikalische Bedeutung der Theorie für die Erklärung der Beschaffenheit der Sonne nicht sonderlich hoch anschlage, ist dabei von keiner Bedeutung, denn jede ernsthafte Theorie muß ordentlich durchgearbeitet werden, wenn man ihre Bedeutung erkennen will und wenn sich Dr. K[nopf] dieser Aufgabe unterzogen hat, so war das ganz verdienstlich.»[223]

Das mit Knopf durchgeführte Kolloquium verlief befriedigend, so dass die Fakultät die Habilitation Knopfs befürwortete. Ende April 1893 fand die Probevorlesung statt. Damit war Knopf als Privatdozent angenommen.

Im August 1895 suchte Hugo Ferdinand Buchholz (1866 – 1921) um die Habilitation in Astronomie in Jena nach. Buchholz hatte in Jena ab 1887 u. a. bei Ernst Haeckel (1834 – 1919) und Winkelmann studiert. Er setzte sein Studium an den Universitäten in München, Berlin und Kiel fort.

[221] UAJ, M 647, Bl. 9v-10
[222] UAJ, M 647, Bl. 7v
[223] UAJ, C 49, Bl. 24

Dort spezialisierte er sich auf mathematische Mechanik, theoretische Physik und Astronomie. Außerdem verbrachte er ein Semester auf der Sternwarte bei seinem Onkel Hugo Gyldén (1841 – 1896) in Stockholm. Buchholz war 1895 in München mit der Arbeit *Die Japetusverfinsterung durch Saturn und sein Ringsystem im Jahre 1889* promoviert worden. Er sah seine Forschung durch die beiden Münchner Wissenschaftler Seeliger und Ludwig Boltzmann (1844 – 1906) stark beeinflusst.[224] Da seine Promotion im selben Jahr erfolgte wie sein Habilitationsantrag, konnte der vorgeschriebene Zeitraum von zwei Jahren zwischen Promotion und Habilitation nicht eingehalten werden und er musste um eine Ausnahmeregelung bitten. Diese wurde von Seiten der Fakultät und des Kurators unterstützt und vom Ministerium gewährt.[225]

Allerdings kam es nicht zur Habilitation, weil Buchholz sein Gesuch im November desselben Jahres zurückzog. Wahrscheinlich lag dies an der sehr kritischen Einschätzung seiner als Habilitationsschrift eingereichten Arbeit über die Laplace'sche und die Salmon'sche Schattentheorie und das Saturnringschattenproblem durch die von der Fakultät beauftragten Referenten Abbe und Thomae. Abbe empfahl zwar die Annahme der Arbeit, stellte aber heraus, dass das Thema auf «rein mathematische Untersuchungen ziemlich verwickelter Art» hinauslaufe, eine Beurteilung der Arbeit daher dem Mathematiker Thomae zufalle. Abbe sah sich zudem nicht in der Lage, ihren astronomischen Wert einzuschätzen, vertraute aber dem Urteil Boltzmanns, der die Arbeit bereits zur Publikation eingereicht habe.[226] Thomaes Urteil fiel sehr viel negativer aus. Er könne der Schrift von Buchholz trotz der bevorstehenden Publikation «doch einen erheblichen Werth für die geometrische Disciplin nicht zusprechen und in ihr eine Bereicherung der Wißenschaft nicht erkennen.» Der größte Teil der Arbeit sei «reine Reproduktion» der Theorien von Pierre Simon Laplace (1749 – 1827) und George Salmon (1809 – 1904). Eine Auseinandersetzung mit diesen Theorien sah Thomae als «überflüssig» an. Thomae enthielt sich wie Abbe eines Urteils über den astronomischen Teil von Buchholz' Arbeit

[224] UAJ, M 647, Bl. 177 – 178

[225] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1415, unpaginiert, Habilitation Buchholz, Schreiben des Kurators vom 5. August 1895; UAJ, M 647, Bl. 168, 171

[226] UAJ, M 647, Bl. 179 – 180, Zitat Bl. 179

und regte an, dass Buchholz eine neue Schrift einreiche.[227] Nach diesem vernichtenden Urteil Thomaes ist es nicht erstaunlich, dass Buchholz sein Habilitationsgesuch zurückzog. Erst sechs Jahre später gelang Buchholz die Habilitation für Astronomie an der Universität Halle-Wittenberg.[228] Die Zurückhaltung Abbes und Thomaes in Bezug auf die Einschätzung der astronomischen Bedeutung der Buchholz'schen Arbeit zeigt deutlich das Fehlen eines sachkundigen Astronomen an der Salana.

Im September 1897 bemühte sich die Fakultät, Knopf eine außerordentliche Professur zukommen zu lassen. Sie bestätigte ihm erfolgreiche Lehrtätigkeit, auch wenn «die Zahl der Theilnehmer am astronomischen Unterricht [...] naturgemäß nur eine beschränkte» sei.[229] Außerdem würden seine astronomischen Arbeiten von Fachleuten als tüchtig und zuverlässig eingeschätzt. Thomae hatte dazu ein Gutachten von Seeliger und eines von Wilhelm Foerster (1832 – 1921) eingeholt. Seeliger meinte, Knopf habe sich als «guter und gewandter Rechner erwiesen. [...] In den letzten Jahren scheinen ihn [Knopf] instrumentelle Fragen besonders zu interessiren, was bei der Anregung, die ihm in dieser Beziehung in Jena, insbesondere durch Prof[essor] Abbe gegeben wird, ganz natürlich erscheint.» Leicht kritisch resümierte er: «Im Allgemeinen überschreiten demnach die Leistungen des Herrn K[nopf] ein gewisses mittleres Niveau nicht. Sie sind aber gewiß nicht geringer als diejenigen mancher seiner Collegen an preuß[ischen] Sternwarten, denen die Titularprofessur verliehen worden ist. Von ausschlaggebender Bedeutung müßte, meiner [Seeligers] Meinung nach sein, ob Herr K[nopf] sich als academischer Lehrer bewährt hat [...].»[230] Gewissermaßen als Antwort auf diese Frage findet sich in den Akten eine Aufstellung der von Knopf vom Sommersemester 1893 bis zum Sommersemester 1897 gehaltenen Veranstaltungen inklusive der Teilnehmerzahl, die zwischen 1 und 11 schwankte.[231] Der Berliner Astronom Foerster unterstützte uneingeschränkt Knopfs Beförderung. Er hob hervor, dass Knopf in

[227] UAJ, M 647, Bl. 181
[228] Vgl. [Schlote/Schneider 2009b], Kap. 3.5. Buchholz ließ in seinem Lebenslauf für den Hallenser Antrag seinen Habilitationsversuch in Jena unerwähnt.
[229] UAJ, C 49, Bl. 23v
[230] UAJ, C 49, Bl. 24 – 24v, Hervorhebung im Original
[231] UAJ, C 49, Bl. 26

seinen Veröffentlichungen zur Berechnung der Bahnen von Planeten und Kometen zeigte,

> «daß er [Knopf] nicht blos die Theorie mit Sicherheit beherrscht, sondern auch in rechnerischer Kunst und Sicherheit als Forscher und Lehrer die vollste Kompetenz besitzt. Neuerdings hat eine seiner Kometen-Berechnungen durch einen ganz bemerkenswerthen, seltenen Genauigkeitserfolg den Fachgenossen auf der südlichen Erdhalbkugel namhafte Erleichterung geboten.
>
> Seinen Veröffentlichungen über eigene Beobachtungen und deren Bearbeitung zeigen ihn auch auf diesem Gebiete nicht blos als kompetent, sondern auch als höchst fleißig, sowie als findig und kritisch.»[232]

Im Antrag an die Fakultät hob Thomae abschließend hervor, dass «die Sternwarte Jena in dem großen Concert, deßen Programm die Harmonie der Sphären ist, eine Stimme mitspielt. Die Sternwarte Jena ist den andern Sternwarten durch Knopf's Bemühungen mitthätig angegliedert.»[233] Im Oktober 1897 wurde Knopfs Berufung zum außerordentlichen Professor genehmigt.[234]

Als Abbe im Sommer 1900 als Direktor der Sternwarte zurücktrat, wurde Knopf, der schon seit einigen Jahren de facto diese Aufgabe wahrnahm, von Abbe als Nachfolger vorgeschlagen. Gleichzeitig bat Abbe um eine Erhöhung des jährlichen Etats für die Sternwarte um 400 Mark und um einen einmaligen Zuschuss von 1200 Mark. Als Begründung führte er die Überschreitung des Etats in den vorangehenden Jahren an und einmalige Mehrkosten, verursacht durch die Geodäsie-Vorlesungen, welche Knopf der neuen Prüfungsordnung zufolge anbieten sollte. Beides wurde ihm gewährt, so dass Knopf als sein Nachfolger im Direktorat eine den tatsächlichen Ausgaben besser angepasste finanzielle Situation vorfand.[235] Abbe engagierte sich auch noch nach seinem Rücktritt für die Sternwarte, insbesondere im geophysikalischen Bereich. So regte

[232] UAJ, C 49, Bl. 24v-25

[233] UAJ, M 622, Bl. 245

[234] Knopfs Berufung dient als Beispiel, um zu zeigen, dass abgesehen von der medizinischen Fakultät auch in anderen Jenaer Fakultäten für eine Beförderung zum Extraordinarius nicht immer die Vorlage einer größeren Abhandlung nötig war. UAJ, C 49, Bl. 31v

[235] UAJ, C 659, Bl. 18 – 25

er beispielsweise in Absprache mit Knopf im November 1900 den Bau unterirdischer Räume zur Beobachtung der zeitlichen Schwankungen der Lotlinie an.[236] Knopf wirkte noch bis in die 1920er Jahre hinein als Astronom in Jena. Eine ordentliche Professur wurde ihm jedoch erst 1923, kurz vor seiner Emeritierung, verliehen.[237]

Nachdem damit die Entwicklung der Astronomie bis zum Ende des betrachteten Untersuchungszeitraums verfolgt wurde, richtet sich nun der Blick wieder auf die Mathematik und die Physik, die unverändert in einem Lehrstuhl vereint waren, ein Problem, das noch immer seiner Lösung harrte. Die Beseitigung dieses anachronistischen Zustands war zwar im Interesse der Universität, speziell deren Attraktivität als Studienort in diesen beiden Disziplinen, dringend erforderlich, die finanziellen Rahmenbedingungen boten jedoch kaum die Möglichkeit dazu.

3.8 Die Trennung des Lehrstuhls für Mathematik und Physik

Ab Mitte der 1870er Jahre verschlechterte sich die Situation der Mathematik und Physik an der Alma Mater Jenensis deutlich. Nachdem sich Snell im Sommersemester 1874 zur Wiederherstellung seiner Gesundheit hatte beurlauben lassen, lastete die Vertretung der beiden Fächer zunehmend auf den Schultern der Extraordinarien Schaeffer und Abbe und des Privatdozenten Frege. Als Snell im Februar 1879 bereits ein Jahr lang aufgrund seiner schweren Krankheit keine Vorlesung mehr hatte halten können, ergriff er selbst die Initiative und regte am 16. Februar in einem Brief an den Dekan der Philosophischen Fakultät an, die Fakultät solle dringend die Berufung eines Ordinarius für Mathematik bei den Regierungen der Erhalterstaaten beantragen.[238] Er verwies darauf, dass der bestehende Zustand «ohne empfindliche Schädigung der Universität nicht länger so fort gehen kann.»[239] Bereits jetzt habe sich

[236] UAJ, C 659, Bl. 26 – 33. Zu Durchführung der Beobachtungen kam es vermutlich nicht, vgl. [Knopf 1937], S. 203 f.

[237] ThHStAW, Personalakten Bereich Volksbildung, PA 14930, Bl. 5 – 6; UAJ, BA 972, Bl. 94 – 95

[238] UAJ, M 621, Bl. 32 – 34

[239] UAJ, M 621, Bl. 32

die Zahl der Mathematikstudenten im Vergleich zum vorangegangenen Wintersemester deutlich verringert, da die Studierenden bei den Vorlesungen zu den mathematisch-physikalischen Wissenschaften ein Defizit empfanden. Außerdem könne man Abbe neben den Vorlesungen nicht länger «alle in das Gesammtgebiet der mathematisch-physikalischen Wissenschaften fallende[n] Facultätsarbeiten, so wie [sic!] [...] die mit dem Oberlehrerexamen verbundenen Arbeiten [...], zu welchen er durch seine amtliche Stellung nicht verpflichtet ist», aufbürden und müsse dessen Wunsch nach Entlastung entsprechen. Eindringlich plädierte er für die Einrichtung von je einer Nominalprofessur für Mathematik und für Physik. Im Interesse einer schnellen Verbesserung der Situation solle dabei zunächst so rasch als möglich das mathematische Ordinariat besetzt werden, während für die Stelle des Physikers nur in Verbindung mit der Errichtung eines physikalischen Instituts ein Kandidat zu gewinnen wäre. Letzteres sei aber vorerst nicht möglich. Schließlich bemerkte Snell noch, dass die Gewinnung eines Professors für Mathematik ohnehin bald nötig werden würde, da er, selbst wenn es ihm vergönnt sein werde, «wieder in die Lehrtätigkeit einzutreten, [...] höchstens fortfahren [würde], die allgemeine Physik zu lesen».[240]

Der Dekan, Karl Fortlage (1806 – 1881), informierte am folgenden Tag die Fakultätsmitglieder über Snells Antrag, den er als «den sich im Augenblick als einzig möglich zeigenden Ausweg» aus der schwierigen Situation bezeichnete. Die Besetzung der Professur für Physik schätzte er dabei «als eine[r] vor der Hand ganz unmögliche[n] Sache» ein.[241] Die Zustimmung der Mitglieder war einstimmig und am 26. Februar legte Fortlage dem Prorektor im Namen der Fakultät den Antrag mit der Bitte um Weiterleitung an die «Hohen Regierungen» vor. In der Begründung verstärkte die Fakultät einige der von Snell angeführten Argumente und betonte zum Beispiel,

> «daß die für das mathematisch-physikalische Fach an unserer Universität vorhandenen Lehrkräfte seit längerer Zeit den gegen früher sehr gesteigerten Anforderungen auf diesem Lehrgebiete nicht mehr genügen»

dass dieses Manko an «Hoher Stelle» bereits anerkannt wurde und dass

[240] UAJ, M 621, Bl. 33v-34
[241] UAJ, M 621, Bl. 31

> «unsere Universität kaum noch eine den heutigen Ansprüchen genügende wissenschaftliche Ausbildung auf diesem Felde darzubieten vermöge.»

In den letzten beiden Semestern erlitt das Lehrangebot eine weitere Einschränkung, da Frege «seine für reifere Studirende berechneten Vorlesungen so gut wie ganz hat einstellen müssen, um den Ausfall unentbehrlicher Haupt-Collegia mit decken zu helfen.»[242]

Zusätzlich wurde die «Pflicht» der Jenaer Universität «als Lehrer-Bildungsanstalt für die Thüringischen Lande» hervorgehoben: Die von der wissenschaftlichen Prüfungskommission gestellten Anforderungen «und damit indirect das wissenschaftliche Niveau, auf welchem der Lehrerstand in den Thüringischen Staaten gehalten wird,» richten sich nach dem Niveau der Lehrtätigkeit an der Universität. Wenn dieses in den mathematischen Wissenschaften hinter dem der übrigen deutschen Universitäten zurückbliebe, «so würde eine Schädigung des ganzen höheren Unterrichtswesens in Thüringen die unausbleibliche Folge davon sein.»[243] Das von dem zu Berufenden zu gewährleistende umfangreiche Lehrangebot sowie der verhältnismäßig große Anteil an den in der Fakultät bzw. in der wissenschaftlichen Prüfungskommission anfallenden Arbeiten bildeten für die Fakultät zugleich hinreichende Argumente für die Schaffung eines Ordinariats statt eines Extraordinariats. Nur in einer solchen amtlichen Stellung könne verlangt und erwartet werden, dass die ganze Tätigkeit der Erfüllung dieser akademischen Pflichten gewidmet werde.

Schließlich erläuterte die Fakultät, dass die derzeitige Fokussierung auf die Errichtung eines Ordinariats für Mathematik den Bedürfnissen geschuldet sei, die durch die Erkrankung Snells entstanden waren und die keinen Aufschub duldeten. Dies widerspreche nicht dem früheren Antrag auf eine Professur für Physik und sie hoffe vielmehr, «daß vielleicht in naher Zukunft die Wünsche der Universität in Beziehung auf eine vollständige Vertretung der Physik zur Erfüllung gelangen».[244]

Der Prorektor leitete das Schreiben der Fakultät zusammen mit einem Antrag E. E. Schmids, den mathematisch-physikalischen Lehrplan zu erweitern, über den Kurator Tuercke an die Weimarer Regierung weiter.

[242] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1301, Bl. 6 – 7
[243] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1301, Bl. 7v-8
[244] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1301, Bl. 9 – 9v. Zu dem früheren Antrag siehe S. 100

Tuercke unterzog den Antrag zunächst einer eingehenden Prüfung und sprach mit der Mehrzahl der Professoren, insbesondere mit Snell, E. E. Schmid und Abbe. Den vorliegenden Antrag mit dem früheren auf Errichtung einer Professur für Physik vergleichend, betonte er in seinem Begleitbrief vom 4. April 1879 an das Weimarer Ministerium den gemeinsamen Ausgangspunkt,

> «daß die Zusammenfassung der Lehrfächer der Mathematik und der Physik in einer Professur fernerhin unstatthaft sei.»[245]

Die frühere Petition beruhte auf der Annahme, Snell könne, unterstützt von Abbe und Frege, die Mathematik noch einige Zeit angemessen vertreten. Diese Annahme habe sich inzwischen als nicht realistisch erwiesen und die Fakultät schätze jetzt «die schleunige Errichtung einer besonderen Professur für Mathematik» als unumgänglich nötig ein. Weiterhin scheine die Fakultät zu hoffen, dass die für das Mathematikordinariat erforderlichen Finanzmittel schon jetzt bereitgestellt werden könnten, während die Physikerstelle wegen des damit verknüpften Einrichtens eines physikalischen Kabinetts erst nach der Bewältigung der gegenwärtigen Finanzkrise besetzt werden könne. Hinsichtlich des zeitlichen Rahmens strebe die Fakultät eine rechtzeitige Lösung der Angelegenheit vor dem Beginn des Wintersemesters 1879/80 an. Zusammenfassend schätzte Tuercke die Anträge der Fakultät als wohl begründet ein und unterstützte sie. Die Errichtung einer ordentlichen Professur für Mathematik sei so dringend, dass diese, obschon eine dauernde Belastung des Etats, nicht von der Feststellung des nächsten Finanzplanes abhängig gemacht werden könne.[246]

Nachdem das Weimarer Ministerium mit einem Schreiben vom 12. April 1879 die Zustimmung der übrigen Erhalterstaaten eingeholt hatte, wurde die Universität am 30. April aufgefordert, Vorschläge für die Besetzung des Ordinariats für Mathematik und zur Erweiterung des mathematisch-physikalischen Lehrplans vorzulegen.[247] Zirka drei Wochen später übergab die Philosophische Fakultät dem Prorektor und dem Senat den Denominationsbericht. Nach der fast obligatorischen Bemerkung, sich auf solche Kandidaten beschränkt zu haben, die einen

[245] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1301, Bl. 1 – 2, Hervorhebung im Original
[246] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1301, Bl. 2 – 3
[247] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1301, Bl. 12 – 17

Abbildung 3.10
Johannes Thomae, Ordinarius für Mathematik in Jena 1879 – 1921 (ab 1919 keine Lehrveranstaltungen)

Ruf nach Jena annehmen würden und die «im Stande sind, die hiesigen, bei der allerwärts eingetretenen Erweiterung des mathematischen Lehrstoffs nicht mehr ausreichenden Lehrkräfte in angemessener Weise zu ergänzen», wurden die Vorlesungen über neuere Gebiete der Mathematik genannt, deren Aufnahme in den Lehrplan unbedingt notwendig erschien und die künftig fester Bestandteil des Vorlesungszyklus werden sollten. Es waren dies «Vorlesungen über «bestimmte Integrale,» «Differential-Gleichungen», «complexe und elliptische Functionen,» «neuere höhere Geometrie» und «höhere Algebra»».[248] Diese Themen waren bisher nur sporadisch oder gar nicht behandelt worden. Als Kandidaten wurden dann nominiert: 1. Johannes Thomae (Universität Freiburg i. Br.), 2. Aurel Voß (1845 – 1931) (Polytechnikum Darmstadt) und 3. Jakob Lüroth (1844 – 1910) (Polytechnikum Karlsruhe). Alle drei hatten an ihrer Hochschule ein Ordinariat inne und konnten auf eine erfolgreiche Lehrtätigkeit zurückblicken. In der Forschung wurde Thomae als der vielseitigste und für die Jenenser Bedürfnisse sehr geeignet eingeschätzt. Hinsichtlich der Erweiterung des physikalischen Lehrplans verwies

[248] UAJ, BA 438, Bl. 141 – 141v

die Fakultät abschließend auf einen früheren Bericht, nutzte aber die Gelegenheit, um die Bitte um «baldigste Anstellung eines ordentlichen Professors der Physik» zu erneuern.[249]

Mit der Zustimmung von Prorektor und Senat schickte Kurator Tuercke am 6. Juni die Vorschläge mit seiner Befürwortung an das Kultusministerium in Weimar.[250] Stärker als die Fakultät hob er in seinem Begleitschreiben Thomae als geeigneten Kandidaten hervor. Thomae lehre als einziger an einer Universität, habe also schon jetzt höhere Lehrziele zu befriedigen gehabt. Außerdem entkräftete der Kurator eine negative Äußerung von Thomaes früherem Hallenser Kollegen Eduard Heine (1821 – 1881) über dessen Vortragsqualitäten. Bevor er seine Einschätzung mit dem Antrag auf Berufung Thomaes abschloss, gab Tuercke noch die für die weitere Entwicklung der Mathematik in Jena wichtige Anregung:

> «Meines Erachtens möchte schon jetzt auf Errichtung eines mathematischen Seminars, dessen Direction dem Ordinarius der Mathematik zu übertragen wäre, Bedacht zu nehmen sein. Die nähere Feststellung des physikalisch-mathematischen Lehrplans könnte wohl füglich bis auf Eintritt des neu zu berufenden Vertreters der Mathematik ausgesetzt bleiben.»[251]

Da mathematisches Seminar hier im Sinne eines Instituts zu verstehen ist, trieb Tuercke damit die Institutionalisierung der Mathematik in Jena weiter voran und ging über die Vorschläge der Fakultät hinaus. Letztlich bemühte er sich nachzuholen, was viele deutsche Universitäten bereits eingerichtet hatten. Nach zahlreichen Instituts- bzw. Seminargründungen in den 60er und 70er Jahren gehörte Jena am Ende dieser Periode neben Rostock und Leipzig zu den einzigen Universitäten, an denen die Mathematik noch nicht in dieser Form institutionalisiert worden war.[252]

Im Weimarer Staatsministerium wurden Tuerckes Vorschläge rasch akzeptiert. Lediglich die Frage, «ob für die Direction des zu errichtenden mathematischen Seminars eine besondere Vergütung von der oben gedachten Gehaltssumme abzutrennen sei,» sollte späterer prinzipieller

[249] UAJ, BA 438, Bl. 141v-142v

[250] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1301, Bl. 18 – 20

[251] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1301, Bl. 19v-20

[252] Zu den einzelnen Gründungen von mathematischen Seminaren bzw. Instituten vergleiche man [Lexis 1904], S. 313 – 603 und [Lorey 1916].

Erörterung vorbehalten bleiben.[253] Am 20. Juni wurde der Kurator ermächtigt, mit Thomae die Berufungsverhandlungen zu führen.[254] Eine reichliche Wochen später teilte Thomae die Annahme der Stelle mit und bemerkte insbesondere zum mathematischen Seminar, dass er dessen Leitung gern übernehme, weil er aus Erfahrung wisse, «wie sehr durch ein solches der Unterricht gefördert wird.»[255] Am 10. Juli 1879 erfolgte nach ministerieller Verfügung die formale Berufung durch die Universität und die Aufnahme in die Philosophische Fakultät. In den Verhandlungen hatte Thomae noch erreicht, dass er für die Beschaffung von Lehrmitteln zusätzlich über einen Fonds von 200 Mark verfügen konnte. Er trat die Stelle zum Beginn des Wintersemesters 1879/80 an. Gleichzeitig nahm das Mathematische Seminar mit 15 Teilnehmern seine Arbeit auf.[256]

Mit der Berufung Thomaes hatte die Philosophische Fakultät einen ersten wichtigen Schritt getan, um einen seit langem bestehenden Missstand zu beseitigen, und de facto eine eigenständige Repräsentanz von Mathematik und Physik durch je einen Lehrstuhl erreicht.[257] Mathematik und Physik hatten längst eine Entwicklungsstufe erreicht, die eine gemeinsame Vertretung durch eine Person unmöglich machte. In dem Maße, in dem die beiden Disziplinen aufhörten, nur eine Dienstleistungsfunktion für die anderen Fakultäten zu erfüllen, und speziell mit der Lehrerausbildung eine disziplinenbezogene Eigenständigkeit in der Lehre bekamen, war dieser Zustand unhaltbar. Weder hinsichtlich der inhaltlichen Stofffülle noch der Breite praktischer, experimenteller Tätigkeiten war es einer Person möglich, für eine angemessene Wissensvermittlung an die Studierenden zu sorgen. Die unterstützende Tätigkeit von Privatdozenten und Extraordinarien milderte dieses Problem zwar zeitweise, konnte aber wegen der fehlenden festen Bindung dieser Gelehrten an die Universität keine dauerhafte Lösung sein. Als ein grundlegendes Hemmnis bei der Anpassung des Lehrbetriebs an den

[253] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1301, Bl. 29

[254] UAJ, C 434, Bl. 11

[255] UAJ, C 434, Bl. 13v

[256] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1490, Bl. 1.

[257] Thomae widmete sich der Mathematik, während Snell, falls er überhaupt nochmals in den Lehrbetrieb eingreifen konnte, die Physik bedienen wollte. Da Thomaes Professur neu begründet worden war, konnte die Wiederbesetzung beider Stellen fortan entsprechend dieser Ausrichtung erfolgen.

Fortschritt der Wissenschaften erwies sich die ungenügende finanzielle Ausstattung der Alma Mater Jenensis. Auch im vorliegenden Fall musste die Begründung eines separaten physikalischen Lehrstuhls wegen unzureichender Finanzmittel auf einen späteren Zeitpunkt verschoben werden.

In diesem Kontext ist es aber notwendig, auf das Wirken von Tuerckes Vorgänger als Kurator, Moritz Seebeck, hinzuweisen, der mehrfach versucht hatte, eine Trennung der Lehrfächer zu erreichen.[258] Bereits im Jahre 1854 hatte er in seinem Generalbericht über den Zustand und die Bedürfnisse der Universität auch die hinsichtlich Mathematik und Physik bestehenden Mängel genau aufgeführt und unter besonderer Betonung der Physik eine Veränderung angemahnt. Zu der Ausstattung mit physikalischen Geräten betonte er:

> «die neuen Anschaffungen [können] sich meist nur auf Geringfügiges beschränken, und auf die werthvolleren Instrumente, welche die vervollkommnete Mechanik dem heutigen Studium der Physik zu seiner wesentlichen Förderung darbietet, ist beinahe ganz zu verzichten. [...] soll hier das physikalische Studium zu der ihr [sic!] gebührenden Bedeutung kommen, so kann es aber bei dieser Combination zweier Fächer [Mathematik und Physik], deren jedes seinen Mann vollauf in Anspruch nimmt, nicht bleiben [...].»[259]

Nach einer Kritik an der zu niedrigen Besoldung der Jenaer Professoren, dem Hinweis, dass er sich bei seinen Vorschlägen auf das Notwendigste und ihm erreichbar Erscheinende beschränkt habe, und nach einem Plädoyer für die wichtige Rolle der Dozenten stellte er fest:

> «Aber wie sehr ich darum überzeugt bin, daß Jena den Vortheil, der ihm aus dem anregenden Mitwirken jüngerer Docenten erwächst, sich fortdauernd zu wahren hat und wiewohl ich auch glaube, daß eben Solchen manche Lehraufgabe für welche andernwärts ordentliche Profeßuren bestehen, nach wie vor überlassen bleiben darf, so bin ich doch der Meinung, daß die jetzt bestehende Zahl der ordentlichen Lehrstellen dem heutigen Stand der Wißenschaften nicht mehr völlig entspricht und deshalb einiger Vermehrung

[258] Eine umfassende Analyse der Kuratortätigkeit Seebecks ist von Gerber vorgelegt worden [Gerber 2004].

[259] ThStAAbg, Geh. Ministerum, 1522, unpaginiert, Generalbericht des Kurators vom 7. März 1854 (Bl. 42v-43 des Berichts, eigene Zählung)

> bedarf. Denn wie in anderen Kreisen menschlicher Thätigkeit die Arbeit sich mehr und mehr getheilt hat, so hat sich auch in der Wißenschaft Manches, das erst eng in eins verbunden war, mehr und mehr aus einander gezweigt und ist eine selbständige Doctrin geworden, die zu ihrer Behandlung ein ungetheiltes und ausschliesliches Studium fordert. Wie schon oben bemerkt ist, daß Mathematik und Physik nicht wohl länger combinirt bleiben können [...]»[260]

Abbildung 3.11
Moritz von Seebeck,
Kurator der Universität Jena
1851 – 1877

In den folgenden Jahrzehnten nutzte Seebeck mehrere sich bietende Gelegenheiten, um auf die notwendige Aufspaltung der Professur in zwei Lehrstühle hinzuweisen, so etwa 1860 im Zusammenhang mit einer Besoldungserhöhung von Schaeffer und den Bemühungen, ihn der Universität zu erhalten, und 1871 in Verbindung mit der Gewährung einer Remuneration für Abbe. Zuvor hatte er in dem zum Jahresende 1870 eingereichten Bericht über «die für die Lehrzwecke der Universität nächstnöthigen Mehraufwendungen» viele der im Generalbericht von

[260] ThStAAbg, Geh. Ministerum, 1522, unpaginiert, Generalbericht des Kurators vom 7. März 1854 (Bl. 48v-49 des Berichts, eigene Zählung)

1854 aufgelisteten Bedürfnisse unverändert aufführen müssen.[261] Die im Sommer 1871 vom Weimarer Großherzog eingeleitete Initiative, in der folgenden Finanzperiode 1872/75 den Etat der Universität zu erhöhen, war sicher auch eine Reaktion auf die Mahnungen des Kurators. Doch da die Herzöge in Gotha und Meiningen keine Möglichkeiten sahen, die Zuwendungen zu erhöhen, fiel die Erhöhung des Etats geringer aus als geplant und als notwendig. In dem Vorschlag über die Verteilung der eingeschränkten Mittel versäumte es Seebeck nicht, die Trennung der Professur für Mathematik und Physik als ein besonders wichtiges Desiderat hervorzuheben, und regte die Einrichtung eines Reservefonds an. Dieser Fonds sollte dazu dienen, größere einmalige Aufwendungen wie den bei Einrichtung eines Lehrstuhls für Physik notwendigen Bau eines physikalischen Instituts zu finanzieren. Die Erhalterstaaten billigten der Schaffung einer Physikprofessur aber eine geringere Dringlichkeit zu als einigen anderen Maßnahmen, wie der Begründung eines pädagogischen Lehrstuhls.[262] Trotzdem waren die Bemühungen des Kurators nicht erfolglos. In den folgenden Jahren erinnerte er bei der Befürwortung einer Gehaltserhöhung für Abbe bzw. eines außerordentlichen Zuschusses zum Ankauf von Geräten für das physikalische Kabinett indirekt an die hinsichtlich der Physik dringend notwendigen Verbesserungen. Als sich die Regierungen der Erhalterstaaten 1876 erneut mit der Neuordnung der Finanzen der Universität beschäftigten, erhielt die Einrichtung eines Lehrstuhls für Physik oberste Priorität. In dem Ministerialdekret vom 20. Januar 1877 hieß es dazu:

> «Was zunächst die nöthige Vermehrung der Lehrstühle anbelangt, so erfordert die so hoch gesteigerte Bedeutung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Studien die Begründung einer besondern ordentlichen Professur für Physik neben der bisher mit ihr verbundenen Mathematik und die Ausstattung derselben mit einem Uebungsinstitute.»[263]

[261] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1059, unpaginiert, Bericht des Kurators vom 21. Dezember 1871 (korrigiert 1870)

[262] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1059, unpaginiert, Bericht des Kurators vom 24. Februar 1872, Schreiben des Kultusministeriums Weimar an das Kultusministerium Altenburg vom 17. März und vom 7. Juni 1872

[263] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1061, unpaginiert, Ministerialdekret vom 20. Januar 1877 (Auszug aus den Landtagsverhandlungen 1876/77)

In der Debatte des Gesamthaushalts für die Finanzperiode 1878/80 stimmte der Finanzausschuss in seinem Bericht dieser Entscheidung zumindest teilweise zu, indem er mit der Errichtung eines neuen Lehrstuhls für Physik einverstanden war, den Institutsbau aber nicht erwähnte. Nach jahrelangen Bemühungen waren damit die entscheidenden Voraussetzungen für eine Verbesserung in den beiden Disziplinen geschaffen. Die durch die Krankheit Snells früher als geplant erforderlich werdende Absicherung des Lehrprogramms und die zu diesem Zeitpunkt nicht verfügbaren Finanzmittel für einen Institutsbau führten dann dazu, dass die Trennung der in einer Professur vereinten Lehrstühle für Mathematik und Physik real nur mit den obigen Abweichungen, speziell der Einrichtung einer Mathematik- und nicht einer Physikprofessur, durchgeführt werden konnte.

Im Weiteren soll dieser Aufspaltung des Lehrstuhls Rechnung getragen und die Entwicklung der beiden Disziplinen in getrennten Abschnitten verfolgt werden.

3.9 Die ersten Jahrzehnte des Mathematischen Seminars

Mit Thomaes Eintritt in die Philosophische Fakultät erfuhr die Mathematik eine deutliche Stärkung. Neben ihm lehrten weiterhin Frege als außerordentlicher Professor und Schaeffer als Honorarprofessor. Ersteren zog er auch zur Arbeit im Mathematischen Seminar heran. Mit den Seminarveranstaltungen und Thomaes Vorlesungen wurde das Niveau der mathematischen Ausbildung in Jena spürbar erhöht und an den üblichen Standard herangeführt (vgl. Abschnitt 4.1.1). Sukzessive entstand auch eine kleine Bibliothek, die von den Seminarteilnehmern genutzt werden konnte, sowie eine Modellsammlung. In institutioneller Hinsicht darf die Gründung des Seminars in den ersten Jahren jedoch nicht überbewertet werden. Das Hauptaugenmerk galt zunächst der Verbesserung des Ausbildungsniveaus, während die institutionellen Rahmenbedingungen geringere Aufmerksamkeit erfuhren. So finden sich in den Akten zwar die jährlichen Berichte über die Arbeit im Seminar, es fehlen aber Hinweise auf Statuten oder eine Ordnung des Seminars, wie dies bei analogen Gründungen an anderen Universitäten der Fall war.

Ein Verstärkung erfuhr der mathematische Lehrkörper im Frühjahr 1884. Im Oktober des vorangegangenen Jahres beantragte Adolf Piltz (1855 – 1940) bei der Philosophischen Fakultät die Habilitation für das Fach Mathematik und legte dazu die zahlentheoretische Arbeit *Ueber die Häufigkeit der Primzahlen in arithmetischen Progressionen und über verwandte Gesetze* vor.[264] Piltz hatte in Jena und ab 1878 an der Berliner Universität studiert, war 1881 mit einer auf Anregung von Ernst Eduard Kummer (1810 – 1893) angefertigten zahlentheoretischen Arbeit promoviert worden,[265] hatte 1881 – 82 sein Probejahr als Lehrer am Gymnasium in Wittstock absolviert und dann als Privatgelehrter seine Studien betrieben. Thomae beurteilte die Arbeit sehr positiv und sah in ihr «einen werthvollen Beitrag zur analytischen Zahlentheorie».[266] Die im Kolloquium gezeigte Leistung befriedigte die Fakultätsmitglieder ebenfalls, so dass diese das Habilitationsgesuch befürworteten. Der Prorektor und der Kurator leiteten das Gutachten der Fakultät jeweils mit einem unterstützenden Bericht weiter, so dass am 14. Januar 1884 auf Beschluss der Regierungen der Erhalterstaaten der Universität Piltz die Venia Legendi für das Fach Mathematik erteilt wurde unter der Voraussetzung, die übrigen Bedingungen für die Habilitation noch zu erfüllen.[267] Am 30. April 1884 wurde das Verfahren mit der erfolgreichen Probevorlesung abgeschlossen.

Piltz lehrte bis 1897 in Jena. Die Hoffung des Kurators, dass Piltz «eine gewisse[n] Schwerfälligkeit, welche – wie schon die gesprächliche Unterhaltung mit ihm erkennen läßt – gegenwärtig seinem mündlichen Vortrag noch anhaftet,» würde abstellen können und «er mit der Zeit als Docent bei den geübteren Studirenden der Mathematik guten Erfolg erzielen werde»[268], hat sich aber nicht erfüllt. Die Fakultät hatte die

[264] Piltz 1884. In dem Schreiben des Dekans vom 3. November, in dem er u. a. Thomae um Begutachtung der Arbeit bittet, ist der Titel mit *Ueber die Vertheilung der Primzahlen in mathematischen Prozessen* angegeben. UAJ, M 643, Bl. 1

[265] Piltz 1881; Biermann 1988, S. 115. Biermann vermerkt dabei, dass Piltz Probleme hatte, den hohen Anforderungen Kummers zu genügen und unter anderem seine Dissertation nochmals überarbeiten musste.

[266] UAJ, M 643, Bl. 1v

[267] UAJ, M 643, 5v-6v; ThStAAbg, Gesamtministerium, 1414, unpaginiert, Habilitation Piltz

[268] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1414, unpaginiert, Habilitation Piltz, Schreiben des Kurators vom 18. Dezember 1883. Dies bestätigt auch [Chemnitius 1992], S. 79.

mangelnde Lehrgabe in der Beurteilung des Kolloquiums ebenfalls kritisch erwähnt mit der Bemerkung, dass es Piltz «eine große Arbeit kostet, sein Wissen und seine Gedanken zum Ausdruck zu bringen».[269] Obwohl Piltz ein breites Spektrum an Vorlesungen anbot und in ihnen jeweils ein wichtiges Teilgebiet der Mathematik behandelte, waren die Kolleggelder zu gering, um davon seinen Lebensunterhalt zu bestreiten. Anfang 1897 konnten Piltz' Eltern ihn nicht länger finanziell unterstützen und teilten dies dem Prorektor mit. Die Philosophische Fakultät leitete eine disziplinarische Untersuchung über die «Lebensverhältnisse und die Lebensführung» von Piltz ein und übte auf diese Weise einen zusätzlichen Druck auf ihn aus.[270] Da er die gegen ihn vorgebrachten Anschuldigungen nicht widerlegen, als Privatdozent aber in Jena nicht existieren konnte, erklärte Piltz in der Befragung durch den Senatskommissar am 16. März 1897, dass er die Venia Legendi zum 1. Juni niederlegen werde.[271] Er schied zu diesem Zeitpunkt aus der Universität aus, ohne dass eine Klärung der Vorwürfe erfolgte, übersiedelte zunächst nach Apolda und war dann erfolgreich für eine Zeitung in Bad Sulza tätig, insbesondere von 1903 bis 1926 als wissenschaftlicher Redakteur des *Thüringer Kurier[s]*. Gleichzeitig unterrichtete er am Thüringer Technikum in Bad Sulza.[272]

Eine bemerkenswerte institutionelle Änderung gibt Chemnitius für das Jahr 1886 an: die Gründung einer mathematischen Anstalt mit einem Lesezimmer.[273] Dies entspricht der gängigen Entwicklung, dass sich mit dem Mathematischen Seminar nach einigen Jahren des Bestehens erste Ansätze zu einer Institutsstruktur herausbildeten. Das Lesezimmer bot speziell die Möglichkeit, die im Mathematischen Seminar nach und nach angeschaffte mathematische Fachliteratur den Seminarteilnehmern

[269] UAJ, M 643, Bl. 4

[270] Zur Biographie von Piltz vergleiche [Steinbach 2008]. Steinbach spricht dort von einem unwürdigen Verhalten von Piltz' Kollegen (Ebenda, S. 204). Zum Disziplinarverfahren siehe UAJ, M 723, unpaginiert, Aussprache zum Fall Piltz im Universitätsamt Jena vom 26. Februar 1897.

[271] UAJ, BA 466, Bl. 123 – 123v. Für den ganzen Vorgang siehe Bl. 115 – 126, 132 – 135.

[272] Unabhängig von den großen Unterschieden im Einzelnen verdeutlicht das Schicksal von Werneburg, Schlömilch, Lehmann und Piltz, wie schwierig und risikoreich es war, dauerhaft eine Tätigkeit im akademischen Bereich ausüben zu können.

[273] Chemnitius 1992, S. 76. In den Akten wurde für den genauen Zeitpunkt der Einrichtung kein Beleg gefunden.

in geeigneter Weise zugänglich zu machen. Ein weiteres Indiz dafür, diese mathematische Anstalt als Institut zu betrachten, liefert der Bericht des Mathematischen Seminars für das Jahr von Ostern 1887 bis Ostern 1888, in dem unter anderem die Anschaffung einer Maschine, «zur Vervielfältigung von Geschriebenem» für das Mathematische Institut aufgeführt wird.[274]

Gleichzeitig scheiterte jedoch im Herbst 1886 eine weitere Initiative der Philosophischen Fakultät zur Stärkung der Mathematik. Sie nahm den Tod Snells vom August dieses Jahres zum Anlass, um «die Verhältnisse der Mathematik hier ins Klare zu bringen».[275] In einem Bericht an der Prorektor trugen die Mitglieder der Fakultät den Wunsch vor, «es möge auch hier [d. h. an der Universität Jena] anerkannt werden, daß zwei öffentliche Lehrstellen für Mathematik vorhanden seien und daß diese Anerkennung durch die förmliche Ertheilung eines Lehrauftrags für reine und angewandte Mathematik seitens der Hohen Regierungen an Herrn Professor Frege zum Ausdruck gelange.»[276] Zur Begründung wurde darauf verwiesen, dass ein Professor in der Lehre nicht mehr das ganze Gebiet der Mathematik bewältigen könne und deshalb an allen deutschen Universitäten, außer in Rostock, mindestens zwei Professoren für Mathematik tätig seien. Neben einer Charakterisierung der bisherigen Leistungen Freges enthielt der Bericht eine Erläuterung, warum Schaeffer und Abbe keine Berücksichtung fanden. Schaeffer hielt zwar Elementarvorlesungen zur Mathematik, war aber hauptsächlich Physiker; Abbe hatte die Vorlesungen zur reinen Mathematik seit einiger Zeit aufgegeben und wollte sie auch nicht wieder aufnehmen. Der Senat entschied auf seiner Sitzung am 27. November, den Antrag zur weiteren Aufklärung an die Fakultät zurückzureichen.[277] In den Akten wurde kein Hinweis auf eine erneute Beratung bzw. Antragstellung der Philosophischen Fakultät zu diesem Sachverhalt aufgefunden, so dass

[274] UAJ, C 841, Bl. 37v. Für den gesamten Bericht siehe Bl. 32 – 37v. Im Allgemeinen wird aber die Bezeichnung «Mathematische Anstalt» an der Jenaer Universität, insbesondere im Vorlesungsverzeichnis, beibehalten. Erst ab dem Vorlesungsverzeichnis für das 1. Trimester 1940 wird vom «Mathematischen Institut» gesprochen, Gleiches gilt für das «Physikalische Institut».

[275] UAJ, BA 440, Bl. 156

[276] UAJ, BA 440, Bl. 156v

[277] UAJ, BA 440, Bl. 159

es vermutlich zu diesem Zeitpunkt nicht gelang, die Verhältnisse der Mathematik zu klären und zu verbessern.

Das folgende Jahrzehnt verlief ohne personelle Veränderungen am Mathematischen Institut. Erst in den letzten Jahren vor der Jahrhundertwende kam es zu einigen Ereignissen, die dann einen spürbaren Wandel einleiteten. Es spricht weder für eine besonders aufgeschlossene Haltung der Erhalterstaaten gegenüber der Univesität, noch für das Ansehen der Mathematik in der Philosophischen Fakultät, wenn in dieser Zeit keinerlei Versuch zur Stärkung der Mathematik unternommen wurde. Selbst die im Januar 1896 beantragte Ernennung Freges zum ordentlichen Honorarprofessor war wesentlich durch die gleichzeitig erbetene Berufung von zwei weiteren, an der landwirtschaftlichen Lehranstalt tätigen Extraordinarien motiviert. Der am 1. Februar mit der Bitte um befürwortende Weiterleitung an den Prorektor gerichtete Antrag der Philosophischen Fakultät basierte auf einer Vorlage Thomaes und gab eine ausführliche Würdigung von Freges Unterrichtsaktivitäten und Forschungen, die speziell auch dessen Anteil an der Vertretung der mathematischen Physik in der Lehre verdeutlichte. Frege habe seit seiner Berufung zum außerordentlichen Professor 1879

> «als Lehrer vortrefflich gewirkt, und die Vorlesungen über Mechanik, eine der nothwendigsten Disciplinen, der die Studirenden der Mathematik obliegen müssen, mit nur einmaliger Ausnahme allein gehalten. Da es unmöglich ist, daß die für die Staatsprüfung nöthigen Zweige der Analysis von einem Lehrer den Candidaten geboten werden könne [sic!], da Herr Prof. Abbe math. Vorlesungen überhaupt nicht mehr hält, Herr Prof. Schäffer [sic!] nur für die elementarsten Gebiete in Betracht kommt (von dem vorhandenen Privatdocenten kann geschwiegen werden) so füllt Herr Prof. Frege einen Platz aus, der nothwendig besetzt sein muß.»[278]

Nach der Darstellung seines Wirkens in der Prüfungskommission und seiner Forschung, auf die später noch eingegangen wird (vgl. Abschnitt 5.3.1), schloss das Schreiben: «Die Facultät benutzt die Gelegenheit, bei der sie andere jüngere Collegen zu Honorarordinarien vorschlägt, auch Herrn Prof. Frege für diese Würde warm zu empfehlen. Ein Uebergehen seiner Person müßte ihn, trotzdem er den ausgeprägten Charakter eines

[278] UAJ, BA 443, Bl. 81, Hervorhebung im Original

genügsamen stillen Gelehrten besitzt, bei seinen Verdiensten um unsere Zuhörerschaft tief verletzen.»[279]

Obwohl der Kurator die Dringlichkeit der Berufung Freges abschwächte, nachdem der Anlass für die Antragstellung teilweise weggefallen war[280], entschieden die Regierungen der Erhalterstaaten zu Gunsten Freges. Am 26. Mai nahm dieser die Beförderung formell an und dankte für die ehrenvolle Auszeichnung.[281] Frege stieg damit zwar in der Hierarchie der Professoren eine Stufe höher und folgte nun unmittelbar nach den Ordinarien, in Bezug auf seine Rechte innerhalb der Fakultät hatte dies aber keine Konsequenzen. Er hatte allerdings zusätzlich das Glück, ein Einkommen zu erhalten.[282]

Stärker als das schon erwähnte Ausscheiden von Piltz aus der Reihe der Privatdozenten machte sich die nachlassende Leistungsfähigkeit von Schaeffer im Lehrbetrieb bemerkbar. Ohne Schaeffers große Verdienste in Abrede zu stellen, waren die Philosophische Fakultät und Kurator Heinrich Eggeling (1838 – 1911) froh, als dieser am 27. November 1898 dem Kurator sein Gesuch um Entlassung aus den Prüfungen der Apotheker zum Oktober 1899 und um Entbindung von den Lehrverpflichtungen übergab.[283] In seinem Begleitschreiben bei der Weiterleitung des Gesuchs machte Eggeling das ganze Dilemma der letzten Jahre deutlich.

> «Schaeffer befindet sich notorisch seit Jahren in einem Zustand, der eine erfolgreiche Thätigkeit nicht mehr erwarten läßt. Wiederholt u. von verschiedenen Seiten ist Klage über seinen Unterrichtsbetrieb gehört worden und der Umstand, daß Schaeffers Mitgliedschaft in der pharmaceutischen Prüfungs-Commission den hier studirenden Pharmaceuten nahe legte, seine eben nicht mehr genügenden Vorlesungen über Physik zu hören, hat insbesondere Anlaß gegeben, den allseits verehrten Mann in schonendster Weise zum Rücktritt vom Lehramt zu bewegen. [...] Nicht mit Unrecht wird behauptet, daß die Universität in Folge der ungenügenden Art der

[279] UAJ, M 622, Bl. 208

[280] Eine der von der Fakultät beantragten Berufungen war abgelehnt worden.

[281] UAJ, BA 443, Bl. 87

[282] Die Gewährung eines Einkommens war nicht zwangsläufig mit der Honorarprofessur verbunden, sondern hing nach § 22 des Universitätsstatuts von der Gnade der Herzöge als Erhalter der Universität ab.

[283] UAJ, C 467, Bl. 1

> Vorlesungen Schaeffers, dem vor allem auch die Einführung in die höhere Mathematik oblag, geschädigt worden ist.»[284]

Ungeachtet dieses Urteils hob der Kurator auch die Verdienste Schaeffers deutlich hervor und bat sogar, diesem noch eine Gehaltserhöhung zu gewähren, da sonst angesichts der wegfallenden Vorlesungshonorare «der so verdiente Mann in seinen letzten Lebensjahren Noth leiden würde».[285] Zuvor hatte Eggeling deutlich gemacht, dass mit Schaeffers Ausscheiden aus dem Lehrkörper «die Berufung einer neuen Lehrkraft nothwendig» werde, die «die Anfangsvorlesungen aus der höheren Mathematik zu übernehmen hat». Leider sei Frege nach allgemeiner Ansicht nicht in der Lage, dies in befriedigender Weise zu tun. Die Fakultät solle aufgefordert werden, Vorschläge für die Berufung eines Extraordinarius vorzulegen, wobei das Schwergewicht auf «eine tüchtige didaktische Befähigung» und weniger auf eine hervorragende wissenschaftliche Begabung zu legen sei.[286]

Die Ministerien der vier Erhalterstaaten folgten den Vorschlägen des Kurators und teilten diesem ihren Beschluss am 14. Januar 1899 mit.[287] Bereits eine Woche später überreichte der Prorektor dem Kurator den Bericht der Philosophischen Fakultät zur Neubesetzung der Schaeffer'schen Stelle.[288] Dieses rasche Handeln erklärt sich durch die Aktivitäten Thomaes. Bereits am 8. Dezember hatte er in einem Brief an den Dekan der Philosophischen Fakultät seinen Standpunkt zur Situation der Mathematik an der Jenaer Universität dargelegt und die Notwendigkeit abgeleitet, eine neue Professur für Mathematik zu schaffen, für deren Besetzung er seine Vorschläge unterbreitete. Er bat, die Angelegenheit möglichst bald in der Fakultät zu beraten, damit die Stelle bis zum Sommersemester besetzt sei.

> «Schon seit längerer Zeit mußte die Anstellung eines neuen Professors für Mathematik an unsrer Hochschule, der zum Halten gewisser elementarer Vorlesungen (Infinitesimalrechnung, Gewöhnliche analytische Geometrie, descriptive Geometrie, Uebungen) besonders zu verpflichten wäre, als äußerst wünschenswerth

[284] UAJ, C 467, Bl. 2 – 2v
[285] UAJ, C 467, Bl. 3v
[286] UAJ, C 467, Bl. 2v-3
[287] UAJ, C 467, Bl. 6
[288] UAJ, C 467, Bl. 7v-9v

> erscheinen, zumal es nicht gelungen ist, einen Privatdocenten als provisorisch aushelfende Kraft zu bekommen. Nun aber wird durch die zunehmende Hinfälligkeit des Collegen Schäffer [sic!] eine neue Professur zur Nothwendigkeit. Ich [Thomae] würde schon früher der Facultät in dieser Frage Anträge gestellt haben, wenn ich gewußt hätte, daß pecuniäre Mittel für diesen Zweck vorhanden seien. Nun ist mir von maßgebender Seite mitgetheilt worden, daß die Mittel bereit stehen.»[289]

Bei der Auswahl der Kandidaten legte er das Schwergewicht darauf, dass der Betreffende «ein tüchtiger Lehrer» war, achtete aber zugleich darauf, dass dieser «in wissenschaftlicher Beziehung die volle Achtung der mathematischen Welt» besaß. Als Kandidaten für eine Berufung schlug er den Extraordinarius Adolf Krazer (1858 – 1926) von der Universität Straßburg, den Privatdozenten August Gutzmer (1860 – 1924) von der Hallenser Universität und den in Eisenach im Schuldienst tätigen Carl Hoßfeld (1857 – 1921) vor.[290]

Wie Thomae eingangs erwähnte, stand eine Verbesserung der Ausbildung in Mathematik (und auch in Physik) an der Jenenser Universität schon seit längerem auf der Tagesordnung. Er hatte dieses Problem vermutlich insbesondere mit Abbe besprochen, denn erst als die Carl-Zeiss-Stiftung sich bereit erklärte, die notwendigen Finanzmittel für die Professur zu übernehmen, bestand eine berechtigte Chance, eine Zustimmung für den Antrag zu erreichen. Die Nachricht über die verfügbaren Finanzen bildete folglich den unmittelbaren Anlass für den Brief Thomaes, die zeitliche Nähe zu Schaeffers Gesuch dürfte sein Anliegen unterstützt haben, war aber wohl zufällig. Formal handelte es sich um den Antrag auf Schaffung einer neuen zusätzlichen Professur für Mathematik, da aufgrund der Emeritierungsbedingungen an der Jenenser Universität faktisch stets eine neue Professur geschaffen werden musste.[291]. Thomae vermied es in dem Schreiben, wohl nicht nur aus Rücksicht auf seinen Kollegen Schaeffer, die neue Professur als

[289] UAJ, M 623, Bl. 50

[290] UAJ, M 623, Bl. 50v-51

[291] Ein Ordinarius behielt seine Stelle bis zu seinem Tod. Es gab weder eine Altersgrenze für die Lehrtätigkeit, noch eine Pensionierung. Konnte ein Gelehrter seinen Verpflichtungen als Hochschullehrer nicht mehr nachkommen, konnte er sich von diesen entbinden lassen. Sein Anstellungsverhältnis in der Universität, insbesondere sein Gehalt, änderte sich nicht.

Fortsetzung der Schaeffer'schen erscheinen zu lassen und erwähnte dessen Rüchtrittsgesuch nicht. Da Thomae in seinem Antrag wohl bewusst stets von einer «neuen Professur» sprach, liegt der Schluss nahe, dass es ihm nicht nur um einen raschen Ersatz für Schaeffer in der Lehre ging, sondern er zugleich die Chance für eine Stärkung der Mathematik in Form einer weiteren, allein der Mathematik gewidmeten Professur nutzen wollte. Die Notwendigkeit, den mathematischen Lehrbetrieb abzusichern, bildete ein starkes Argument und die gewährleistete Finanzierung die entsprechenden Rahmenbedingungen, um dieses Ziel erreichen zu können.

Am 10. Dezember 1898 informierte der Dekan die Fakultätsmitglieder schriftlich über Thomaes Schreiben und schlug die Bildung einer Kommission zur Beratung über den Antrag vor. Diese Kommission, zu der auf Thomaes Wunsch auch Abbe gehörte, der nicht Mitglied der Fakultät war, diskutierte weitere Kandidaten, holte Erkundigungen über dieselben ein und beschloss am 23. Dezember neben den von Thomae Genannten den in Tübingen lehrenden Extraordinarius Ludwig Maurer (1859 – 1927) zu denominieren.[292] In dem Entwurf des Denominationsberichts der Fakultät, der weitgehend den Formulierungen von Thomaes Antrag folgte, wurde allerdings konkret nur von einem Extraordinariat gesprochen.[293] Mit der Einigung über die möglichen Kandidaten war die Fakultät in der Lage, jederzeit rasch auf eine ministerielle Aufforderung zu Vorschlägen für die Besetzung einer Mathematikprofessur zu reagieren. Thomae erachtete es deshalb vermutlich für sinnvoll, sich mit dem Kurator in Verbindung zu setzen, um sich genauer über die weitere Verfahrensweise bezüglich Schaeffer zu informieren und wohl auch um dessen Meinung hinsichtlich der Beantragung einer Mathematikprofessur zu erkunden. Eggeling teilte ihm am 27. Dezember mit, dass Schaeffers Gesuch, ihn von den Lehraufgaben zu entbinden, den Regierungen der Erhalterstaaten zur Entschließung vorliege und die Vorschläge für die Berufung eines außerordentlichen Professors der Mathematik zurückzuhalten seien, bis die Entschließung gefasst sei.[294] Damit griff der Kurator das Thomae'sche Anliegen auf und präzisierte es,

[292] UAJ, M 623, Bl. 47 – 49
[293] UAJ, M 623, Bl. 55 – 58
[294] UAJ, M 623, Bl. 52

indem er die Wiederbesetzung der Stelle Schaeffers als Extraordinariat in den Blick nahm.

Thomae wollte vermutlich die verbliebene, sehr geringe Chance zur Erreichung seines Zieles nutzen und die Philosophische Fakultät anregen, die Vorschläge für eine Professur für Mathematik unverzüglich an den Prorektor zu übergeben. In dem von Thomae dazu entworfenen, undatierten Begleitschreiben wurde die bestehende Sachlage, einschließlich der oben skizzierten Auskunft des Kurators, geschildert und der Prorektor gebeten, um «die Erledigung der Sache zu beschleunigen», dem Senat die Vorschläge zum Beschluss vorzulegen und sie «im geeigneten Augenblicke weiter zu befördern».[295] Formal bestand damit die Möglichkeit, dass Prorektor und Senat den Bericht noch vor einer Aufforderung seitens des Weimarer Ministeriums in der von Thomae intendierten Form einreichen konnten. Der erwähnte Brief ist jedoch nicht abgeschickt worden. Nach der Fakultätssitzung am 7. Januar 1899 fertigte Thomae einen zweiten Entwurf für das Anschreiben an den Prorektor an, der eine wesentliche Ergänzung enthielt.

Neben die Absicherung der bisher von Schaeffer gehaltenen Vorlesungen trat das sehr gewichtige Argument,

> «daß das neue Prüfungsreglement für Oberlehrer die beschreibende Geometrie als obligatorisches Prüfungsfach vorschreiben wird und daß deshalb diese Disciplin, über die bisher an Universitäten in der Regel nicht gelesen wurde[,] eine Vertretung im Lehrkörper fordert.»[296]

Damit nahm die Fakultät ausdrücklich auf die im September 1898 erlassene *Ordnung der Prüfung für das Lehramt an höheren Schulen* Bezug, in der den künftigen Lehrern erstmals die Möglichkeit eingeräumt wurde, eine Lehrbefähigung für angewandte Mathematik zu erwerben. Für die Universitäten entstand daraus die Verpflichtung, den Studierenden regelmäßig die notwendigen Vorlesungen zu offerieren, die sie zum Ablegen der entsprechenden Prüfungen befähigten. Die neue Professur war folglich notwendig, damit die Universität ihren Bildungsauftrag erfüllen konnte.

In dem Denominationsbericht erfolgte dann eine Präzisierung der allgemeinen Aufgabenstellung des neu zu berufenden außerordentlichen

[295] UAJ, M 623, Bl. 53
[296] UAJ, M 623, Bl. 54

Professors.[297] Dieser sollte die Studierenden «für die höhern Vorlesungen sowohl der reinen Mathematik als auch der mathematischen Physik» vorbereiten, in den von ihm zu behandelnden Gebieten erfolgte keine Änderung.[298] Bei der Nennung der Kandidaten lautete die Reihenfolge: 1. Krazer, 2. Gutzmer, 3. Maurer, 4. Hoßfeld.

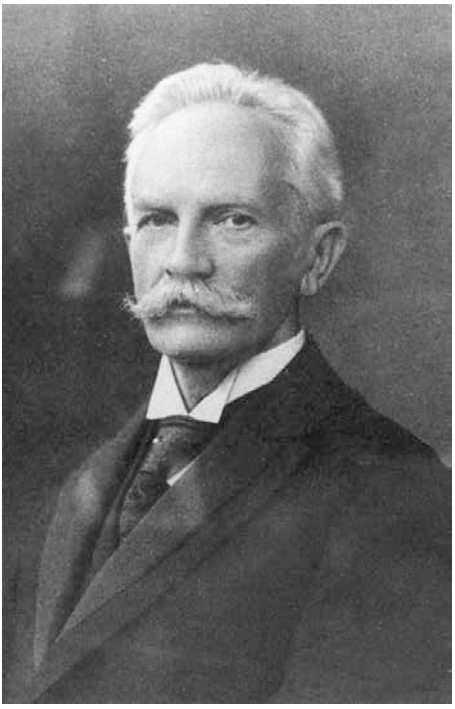


Abbildung 3.12
August Gutzmer, Extraordinarius in Jena 1899 – 1900, Ordinarius für Mathematik 1900 – 1905

Kurator Eggeling konzentrierte sich in seinem Begleitschreiben an das Ministerium, nachdem er einige Argumente der Fakultät wiederholt und anerkannt hatte, darauf, die Aussichten für die Berufung der vorgeschlagenen Kandidaten unter Einbeziehung von ihm eingeholter Erkundigungen zu kommentieren.[299] So würde Krazer «keinesfalls zu

[297] UAJ, M 623, Bl. 55. Dem Bericht ist die Bemerkung vorangestellt, die Gestaltung des einleitenden Abschnitts davon abhängig zu machen, ob bei Absendung eine Aufforderung der Ministerien vorliegt oder nicht. Die in den Archivdokumenten angebrachten Bleistiftergänzungen lassen den Schluss zu, dass der endgültige Bericht mit dem Text von Thomaes zweitem Entwurf, mit der erwähnten Festlegung auf ein Extraordinariat eingeleitet wurde.

[298] UAJ, M 623, Bl. 55

[299] UAJ, C 467, Bl. 7v-9v

gewinnen» sein. «Dem vorhandenen Bedürfnisse würde vielleicht am Besten durch die Wahl des Gymnasiallehrers Dr. Hoßfeld» entsprochen werden, doch dürfte seine Berufung wegen des höheren Dienstalters eine Besoldung erfordern, die über das sonst Übliche für ein Extraordinariat hinausgehe. Nur «ein hervorragendes Lehrgeschick», über die Eggeling aber keine sichere Auskunft habe, würde eine Berufung rechtfertigen. Er favorisierte deshalb den an zweiter Stelle genannten Gutzmer, von dessen gutem Lehrtalent er sich persönlich überzeugt hatte. Da die Hallenser Universität «die Ertheilung eines Lehrauftrages für darstellende Geometrie an Dr. Gutzmer gegen Bewilligung einer Remuneration» beantragt habe, drängte der Kurator auf eine rasche Entscheidung und hoffte, Gutzmer bei «einer mäßigen Besoldung» gewinnen zu können. Das Weimarer Ministerium beauftragte etwa zwei Wochen später, am 17. Februar 1899[300] Eggeling im Namen der vier Erhalterstaaten, die Verhandlungen mit Gutzmer aufzunehmen, die innerhalb weniger Tage zum Erfolg führten. Bereits am 2. März erging an die Universität die Aufforderung des Ministeriums, die förmliche Berufung zu vollziehen. Gutzmer trat die Stelle zum 1. April an. Die Bemühungen Thomaes, der Mathematik in Jena ein größeres Gewicht zu verleihen, waren damit gescheitert. Er musste sich damit begnügen, den durch Schaeffers verminderte Leistungsfähigkeit eingetretenen Qualitätsverlust in den Vorlesungen behoben zu haben. Die mit Gutzmer erzielte Lösung war zweifellos sehr gut, doch war es angesichts des niedrigen Gehalts fraglich, ob sie von längerer Dauer sein würde.

3.10 Die Besetzung des physikalischen Lehrstuhls

Mit der Berufung Thomaes 1879 war zwar formal die Aufteilung der Mathematik und der Physik auf zwei separate Ordinariate vollzogen worden, doch stand der schwierigere, weil finanzintensivere, zweite Teil dieses Prozesses noch aus. Die Finanzsituation der Universität ließ auch keinen baldigen Abschluss desselben erwarten. Nur die unerwartete Hilfe von außen, in Form der Reichenbach-Stiftung, schuf die Voraussetzung für einen Aufschwung der Physik.

[300] UAJ, C 467, Bl. 10

Der Altenburger Finanzrat Ernst Ludwig Reichenbach (1789 – 1881) hatte im Januar 1881 der Universität Jena testamentarisch ein Kapital von 750 000 Mark vermacht, vorausgesetzt der Staat erhebe keine steuerlichen Ansprüche. Das Legat sollte vom Vorstand des Herzoglich Sachsen-Altenburgischen Ministeriums, Abteilung für Kultus oder dessen Vertreter verwaltet werden. Unter Zuziehung des Erben Reichenbachs und des Kurators der Universität Jena sollte dieser die Zinsen des Kapitals «für Gehalte von tüchtigen neu anzustellenden Lehrern der Landesuniversität Jena in Fächern, die nicht ausreichend mit solchen Lehrern besetzt sind[,] und zum Aufbessern der jetzigen Lehrergehalte» verwenden. Speziell solle ein tüchtiger Lehrer für Augenheilkunde für die Universität gewonnen werden.[301] Reichenbach verstarb am 28. Januar 1881. Nach der Klärung der Erbstreitigkeiten zwischen dem Weimarer Ministerium für Finanzen und dem Erben Reichenbachs – der Fiskus erkannte die Stiftungsbedingungen nicht an und wollte nicht auf die Erbschaftssteuer verzichten –, und der Zustimmung der Universität Jena zu dem ausgehandelten Kompromiss konnten 1882 erstmals Gelder aus der Stiftung vergeben werden. Unter anderem übernahm es die Stiftung, das Gehalt des Professors für Physik zu zahlen. Damit war der Weg frei, um die Lücke im Lehrkörper zu schließen.

Zuvor hatte es jedoch bereits Aktivitäten gegeben, um die notwendige Voraussetzung für eine Physik-Professur zu schaffen, die Errichtung eines neuen physikalischen Instituts. Nachdem das Herzogtum Sachsen-Meiningen es abgelehnt hatte, sich an den Kosten für ein neues physikalisches Institut zu beteiligen, fragte das Weimarer Ministerium bei den anderen beiden Erhalterstaaten an, ob sie mit einer Aufteilung der verbliebenen Kosten auf die drei Staaten einverstanden wären. Die Regierungen in Gotha und Altenburg stimmten zu und legten entsprechende Anträge in der Versammlung ihrer Landstände zum Beschluss vor.[302] Das an den Altenburger Landtag gerichtete Schreiben vom 3. Dezember 1881 verdeutlicht sowohl die genaue Verteilung der finanziellen Lasten für den Bau, als auch den desolaten Zustand der Physik an der Alma Mater Jenensis. Nach der Feststellung, dass neben dem schon beschlossenen Neubau eines zoologischen Instituts auch

[301] ThStAAbg, Ministerium zu Altenburg, Abt. für Kultusangelegenheiten, 9381, Bl. 17v
[302] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1489, Bl. 1 – 7

der Neubau einer physikalischen Anstalt ein dringendes Bedürfnis geworden sei, heißt es dort:

> «Die gegenwärtig am Sitz der Gesammtuniversität bestehende physikalische Anstalt ist ein spezifisch Weimarisches Institut, und ist neben der Dienstwohnung des Direktors in dem sogenannten Döbereiner'schen Hause untergebracht, welches Eigenthum des Großherzogl. Weimarischen Staatsfiscus ist. Gegenüber den heutigen Anforderungen der Wissenschaft sind die der Anstalt überwiesenen Räume so ungenügend und die für sie ausgesetzte Dotation[,] welche theils aus Universitätsmitteln, theils aus der Großherzogl. Weimarischen Museenkasse bestritten wird, so unzulänglich, daß dieser Zustand längst als eine empfindliche Lücke gefühlt worden ist. Derselbe war bisher nur dadurch einigermaßen erträglich, daß der außerordentliche Professor Dr. Schaeffer seine Privatsammlung auch an andre Lehrer der Physik zur Mitbenutzung überließ, und ab und zu einige außerordentliche Bewilligungen aus der Großherzogl. Museenkasse die nöthigsten Anschaffungen ermöglichten.
>
> Durch die Erhöhung, welche die Dotation der gemeinschaftlichen Hochschule in Folge der hierzu in der letzten Zeit von Seiten der Regierungen bewilligten Zuschüsse erfahren hat, ist nun mehr die Füglichkeit [?] gegeben, die wiederholt von dem academischen Senate auf das angelegenlichste beantragte und von den Regierungen als nothwendig anerkannte Beseitigung der jetzt bestehenden Verbindung des Lehrstuhls der Physik mit dem der Mathematik durch die bisher lediglich aus Mangel an Mitteln unterbliebene Errichtung eines eigenen Lehrstuhls für Physik eintreten zu laßen. Eine nothwendige Vorbedingung für die Ausführung dieses Projectes ist aber die Beschaffung geeigneter und auslänglicher Räumlichkeiten für die physikalische Anstalt, und Ausstattung derselben mit den erforderlichen Apparaten.»[303]

Weiter wurde in dem Schreiben auf den schlechten baulichen Zustand des Döbereiner'schen Hauses verwiesen, so dass ein Umbau nicht sinnvoll sei und nur ein Institutsneubau in Frage käme. Die Baukosten einschließlich der Erstausstattung wurden auf 90 000 Mark veranschlagt, wobei das Großherzogtum Sachsen-Weimar das Döbereiner'sche Grundstück als Bauplatz unentgeltlich zur Verfügung stellte. Die erforderlichen Mittel sollten

[303] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1489, Bl. 8 – 9

> «nach einem vorläufigen Übereinkommen der betheiligten Regierungen dadurch aufgebracht werden, daß ein Drittheil durch den Erlös aus dem Verkauf des Döbereiner'schen Hauses und denjenigen Theile [sic] des Döbereiner'schen Grundstücks, welche nach Ausführung des projectirten Baues zur Verfügung bleiben, ein weiteres Drittheil aber aus Universitäts-Mitteln gedeckt und das letzte Drittheil durch Beiträge von je 10 000 Mark von Seiten der Regierungen von Sachsen-Weimar, Sachsen-Altenburg und Sachsen-Coburg-Gotha beschafft wird. Eine weitergehende Inanspruchnahme des Capital-Vermögens der Universität wird ohne Schädigung anderer wesentlicher Bedürfnisse und Interessen derselben nicht erfolgen können.»[304]

Nach einer Bemerkung, dass der fehlende Zuschuss des Herzogtums Sachsen-Meiningen durch deren Beiträge zur Kuratelbesoldung aufgewogen werde, wurde der Landtag gebeten zuzustimmen, dass sich das Herzogtum Sachsen-Altenburg mit 10 000 Mark am Bau des neuen physikalischen Instituts beteilige.

Bis zum Jahresende genehmigten die einzelnen Landtage die beantragten Finanzmittel. Nach der Erledigung weiterer Formalitäten konnte die Weimarer Regierung am 24. Januar 1882 den übrigen Erhalterstaaten vorschlagen, aus Kostengründen die Bauarbeiten für das zoologische und das physikalische Institut gleichzeitig auszuführen und von der Universität die Denomination von Kandidaten für die Berufung eines Ordinarius für Physik anzufordern, wobei die Ernennung zum kommenden Wintersemester erfolgen und der neue Professor auf Anregung von Abbe zur Mitwirkung bei der Bearbeitung des Bauprojektes im Detail herangezogen werden solle.[305] Nach Erhalt der positiven Bescheide teilte das Ministerium der Universität am 7. Februar mit, «daß nunmehr zu der von der Universität in Anregung gebrachten Berufung eines ordentlichen Professors der Physik geschritten» werde, und forderte Denominierungsvorschläge an.[306]

Etwa einen Monat später lieferte die Philosophische Fakultät den gewünschten Bericht. Angesichts der direkten Kopplung von der Errichtung einer ordentlichen Professur der Physik an die Gründung eines neuen physikalischen Instituts einigten sich die Fakultätsmitglieder bei

[304] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1489, Bl. 9v
[305] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1489, Bl. 18
[306] UAJ, C 440, Bl. 1

einer Gegenstimme darauf, bei der Auswahl der Kandidaten nur solche «durch Erfahrung erprobte» Physiker zu berücksichtigen, «welche sich nicht nur als Lehrer und Forscher bewährt, sondern auch ein physikalisches Institut bereits selbstständig geleitet haben.»[307] Einstimmig wurden dann die beiden Professoren Leonhard Sohncke (Polytechnische Schule Karlsruhe) und Emil Warburg (1846 – 1931) (Universität Freiburg i. Br.) als die beiden einzigen, den gestellten Bedingungen «in aller Weise» genügend und «vollkommen gleich wünschenswerth» nominiert.[308] Der als Dekan unterzeichnende E. E. Schmid hatte gegen das erwähnte Auswahlkriterium gestimmt und reichte gleichzeitig ein Separatvotum ein.

Schmid betonte, dass er sich nicht gegen das Fakultätsvotum stelle, sondern es lediglich ergänzen wolle. Zur Begründung seines Standpunktes führte er dann aus:

> «Mit Rücksicht auf die allgemeine Bedeutung der physikalischen Institute ist jetzt, nachdem derartige Anstalten an fast allen Universitäten und polytechnischen Schulen bestehen, die Errichtung eines solchen keine so überaus schwierige Aufgabe, daß sie mit sicherem Erfolge nicht auch einem Physiker anvertraut werden könnte, der noch nicht die ganze Verwaltung einer Anstalt, sondern nur die Leitung von praktischen Arbeiten in derselben, wenn auch nur unter dem Namen eines Assistenten besorgt hat. Der Umfang der zu stellenden Aufgaben und zu beschaffenden Hülfsmittel kann recht wohl auch von einem solchen Physiker übersehen werden. Der Unterschied zwischen Dirigenten und Assistenten ist in der That häufig nur ein nomineller.
>
> Mit Rücksicht auf die neuere und neuste Geschichte unserer Universität ist der Werth der Berufung eines jüngeren, noch aufstrebenden Lehrers über allen Zweifel gestellt. Indem ein solcher sein Lehramt mit dem erhebenden Gefühle eines wesentlich erweiterten Wirkungskreises antritt, und sich demselben mit der vollen Frische, Energie und Originalität seines Wesens widmet, wirkt er dadurch mächtiger anregend gerade auf unsere studirende Jugend als durch den Glanz seines Namens.»[309]

[307] UAJ, C 440, Bl. 3
[308] UAJ, C 440, Bl. 3 – 4
[309] UAJ, BA 439, Bl. 99v-100

Wenn sich bei der Berufung eines der beiden von der Fakultät genannten Gelehrten Schwierigkeiten ergäben, könnte eine Reihe von geeigneten jüngeren Physikern in Betracht gezogen werden.

> «Dabei könnte zugleich das experimentelle Interesse noch schärfer hervorgehoben werden, da das mathematische bei uns bereits völlig ausreichend bedacht ist, und das naturphilosophische durch den neuzuberufenden Philosophen bedacht werden soll. Sohnckes Hauptleistung aber beruht auf der rein mathematischen Ausführung einer naturphilosophischen Hypothese (der Moleculartheorie).»[310]

Als zusätzliche Kandidaten nannte Schmid den an der Berliner Ingenieur- und Artillerie-Schule lehrenden Helmholtz-Schüler Friedrich Neesen (1849 – 1923), den Extraordinarius Carl Fromme (1852 – 1945) von der Universität Gießen und den Privatdozenten Wilhelm Kohlrausch (1855 – 1936) von der Universität Straßburg.

Prorektor und Senat der Universität schlossen sich dem Majoritätsgutachten der Fakultät an und plädierten dafür, dass im Falle einer Ablehnung der Berufung durch beide Kandidaten die Fakultät zu einem neuen Bericht aufgefordert werde. Der Kurator bekräftigte in seinem Begleitschreiben vom 7. April 1882 diese Entscheidung und betonte insbesondere, dass es noch «andere sehr wohl qualifizirte Physiker zur Denomination» gebe als die von Schmid genannten. Zur Begründung, sich zunächst auf erfahrene und bewährte Persönlichkeiten zu konzentrieren, führte er die anstehenden Aufgaben genauer an. Neben der Neueinrichtung des zu begründenden physikalischen Instituts handele es sich «um die einer Neubeschaffung fast gleich kommende Ergänzung der Sammlung physikalischer Apparate und um Ueberordnung einer ordentlichen Professur über zwei durch sehr verdienstvolle Männer vertretene außerordentliche Professuren».[311] Bezüglich der Wahl zwischen Warburg und Sohncke gab er Ersterem den Vorzug. Gegen Sohncke sprachen seiner Meinung nach die längere Tätigkeit an einer Technischen Hochschule, an der als Lehrziel eine überwiegend praktische Tendenz verfolgt werde, ein geringeres Lehrtalent als Warburg sowie ein engeres Forschungsspektrum mit Mathematik, Optik und Kristallographie sowie naturphilosophischen Überlegungen. Diese Gebiete seien in Jena bereits

[310] UAJ, BA 439, Bl. 100
[311] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1304, Bl. 2

gut vertreten bzw. sollten anderweitig eine günstige Präsenz erhalten. Durch Warburg würden dagegen einige bisher weniger beachtete Gebiete kultiviert werden, vor allem erhielte die Experimentalphysik wieder ein größeres Gewicht. Abschließend diskutierte Tuercke die finanziellen Rahmenbedingungen und stellte anheim, die Zahlung des Gehalts für die Physikprofessur beim Kuratorium der Reichenbach'schen Stiftung zu beantragen.

Das Ministerium forderte daraufhin über den Kurator die Fakultät auf, ihr Gutachten zu vervollständigen und auch zu den jüngeren Gelehrten Stellung zu nehmen. Dies geschah am 9. Mai. Die Fakultätsmitglieder bekannten sich ausdrücklich zu dem früher dargelegten Standpunkt und nannten dann als «erst in zweiter Linie [...] in Frage» kommend die beiden Extraordinarien Anton Oberbeck (1846 – 1900) von der Universität Halle und Ferdinand Braun (1850 – 1918) von der Universität Straßburg.[312] Der Kurator reichte den Bericht wieder mit einem ausführlichen Kommentar am 30. Mai 1882 an das Ministerium weiter. Tuercke hielt ebenfalls an seiner Einschätzung fest und fügte als neue Argumente einen Hinweis auf das bei jungen Wissenschaftlern anzutreffende Spezialistentum und die bei der Genehmigung der Stiftungsmittel deutlich gewordenen Richtlinien an: «Der Zeitrichtung folgend pflegen neuerdings die jungen Gelehrten zunächst gerne als Specialisten sich geltend zu machen, um als solche durch stetes Fortarbeiten nach bestimmter Richtung hin zur Vertiefung oder Erweiterung der Wissenschaft in eben dieser Richtung Erhebliches beitragen zu können. Es gilt diß vornehmlich auch von den angehenden Vertretern der physikalischen Disciplinen. Specialisten aber sind für das Directorat eines allgemeinen physikalischen Instituts überhaupt nicht geeignet und weniger noch, wenn es sich, wie im vorliegenden Fall, darum handelt, ein solches neu zu errichten.»[313]

Außerdem ließen die bisherigen Verhandlungen im Kuratorium der Reichenbach'schen Stiftung die Absicht erkennen,

> «durch Verwilligung von Stiftungsmitteln insbesondere auch dahin zu wirken, daß fernerhin der Universität Jena bei Neuberufungen neben jüngeren Capacitäten nach Befinden auch schon bewährte Autoritäten zugeführt werden, von welchen mit Sicherheit zu

[312] UAJ, BA 439, Bl. 105 – 108

[313] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1304, Bl. 16v-17

> erwarten steht, daß sie das wissenschaftliche Leben und Streben dahier nachhaltig heben und fördern und Denjenigen sich anreihen werden, welche mit erprobter Zugkraft Studirende in größerer Zahl der hiesigen Universität zuzuführen pflegen.»

Folglich könnte die Berufung von Warburg oder Sohncke durch die Stiftung gefördert werden. Zugleich äußerte Tuercke starke Zweifel daran, eine Förderung für einen «von der Facultät und dem Senat nicht oder nur eventuell empfohlenen jüngeren, in der Leitung eines physikalischen Instituts noch nicht bewanderten Vertreter der Physik» zu erhalten.[314]

Das Weimarer Ministerium wie auch die übrigen Erhalterstaaten folgten dem Vorschlag des Kurators und beauftragten diesen, die Verhandlungen mit Warburg aufzunehmen. Am 5. Juli musste Tuercke jedoch die Ablehnung der Berufung mitteilen.[315] Ausschlaggebend waren finanzielle Gründe und die besseren Institutsverhältnisse in Freiburg. Warburg hatte dort vor allem aus Kolleg- und Examensgeldern um etwa 3000 Mark höhere Einkünfte als in Jena, obwohl ihn die Zusammenarbeit mit Thomae und Abbe gereizt hätte.[316] Daraufhin erhielt der Kurator am 21. Juli die Erlaubnis, die Verhandlungen mit Sohncke aufzunehmen. Dieser war bereit, den Ruf anzunehmen, formulierte aber eine Reihe von Bedingungen und Wünschen. So legte er Wert darauf, dass von der für den Institutsneubau veranschlagten Summe ein bestimmter Teil für die Anschaffung der Apparate gesperrt und ihm garantiert werde. Die für den Unterhalt des Instituts verfügbaren Mittel müssten mindestens 3000 Mark betragen, das Gehalt für die Stelle sollte nicht unter 5000 Mark liegen oder wenigstens in naher Zukunft auf diese Summe erhöht werden. Weiterhin benötige er eine persönliche Zulage für die Zeit bis zur Eröffnung des Instituts, da er in dieser Zeit durch den Ausfall der Kolleggelder ein um etwa 1500 Mark geringeres Jahreseinkommen als gegenwärtig habe. Gleichzeitig beantragte er, dass der neue Professor für Physik nicht von der Prüfung der Mediziner ausgeschlossen werde, da sonst eine beträchtliche Zahl von Hörern nicht an seinen Vorlesungen teilnehmen würde. Schließlich forderte er die Anerkennung seiner

[314] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1304, Bl. 17v-18, Hervorhebung im Original
[315] UAJ, C 440, Bl. 27 – 28v
[316] UAJ, C 440, Bl. 25

bisherigen Dienstjahre und die Übernahme des Eintrittsbeitrages zur Witwenkasse durch die Staatskasse.[317]

Der Kurator berichtete dem Weimarer Ministerium am 4. August ausführlich über die von Sohncke vorgebrachten Wünsche und Forderungen. Die Erhöhung des jährlichen Institutsetats schätzte er unter Berufung auf das sachverständige Urteil Abbes «nicht als reichlich, aber doch als zur Bestreitung der wesentlichen Bedürfnisse des Instituts ausreichend» ein. Er führte dazu unter anderem eine von Abbe angefertigte Aufschlüsselung der einzelnen Posten an und diskutierte die Änderungen, die sich seit der Planung der Institutsbauten für Zoologie und Physik hinsichtlich der Bereitstellung der Finanzmittel aus den verschiedenen Kassen (Universitätskasse, Großherzogliche Museenkasse, Großherzogliche Staatskasse) ergeben hatten. Die Zusicherung des geforderten Jahresgehalts hielt er für unproblematisch und akzeptierte auch die Forderung nach einer persönlichen Gehaltszulage für die Übergangszeit. Als realistischen Termin für die Eröffnung des neuen Instituts gab er Ostern 1884 an, so dass Sohncke für zwei Semester jeweils ein Zuschuss von 600 Mark in Aussicht gestellt werden sollte. Die Anerkennung der Dienstjahre in Bezug auf die Pensionierung war unwichtig, da «an der Universität Jena eine Pensionirung von Professoren überhaupt nicht stattfinde, denselben vielmehr auch im Falle eintretender Invalidität der Gehalt unverkürzt belassen werde», für die Feststellung der Anciennität in der Philosophischen Facultät könnten die bisherigen Dienstjahre aber nicht berücksichtigt werden. Den Eintrittsbeitrag zur Witwenkasse seitens der Staatskasse zu übernehmen, dürfte kein Problem sein, da der Betrag sehr gering sei. Der Kurator beantragte, Sohncke die dargelegten Zugeständnisse machen zu dürfen, und regte zugleich an, das Kuratorium der Reichenbach'schen Stiftung zu bitten, auch die Zahlung der interimistischen Zulage von 600 Mark je Semester zu übernehmen.[318]

Im Weimarer Ministerium wurde der Antrag der Kurators in allen Punkten genehmigt. Offenbar war erwogen worden, die Berufung erst zum Wintersemester 1883/84 auszusprechen. In dem Schreiben an die anderen Erhalterstaaten findet sich dann eine genaue Erläuterung der Aufgaben, die der Ordinarius nach Aussage des Sachverständigen, Pro-

[317] UAJ, C 440, Bl. 31 – 32v

[318] UAJ, C 440, Bl. 33 – 38, Hervorhebung im Original

fessor Abbe, bis zur Eröffnung des Physikalischen Instituts Ostern 1884 zu erledigen habe.[319] Die Regierungen bekundeten ihre Zustimmung zu dem vorgelegten Beschluss und am 12. September erfolgte die Mitteilung an den Kurator zur Fortsetzung der Berufungsverhandlungen.[320] Eine Woche später meldete dessen Stellvertreter die definitive Zusage Sohnckes. Die formelle Berufung in der Universität fand am 9. Oktober 1882 statt.

Abbildung 3.13 Physikalisches Institut der Universität Jena

Sohncke widmete sich sofort mit ganzer Kraft dem Institutsneubau. Bereits in seinem Schreiben über die Annahme der Stelle bat er um baldigste Einsichtnahme in die Baupläne. Im Dezember 1882 reichte er zusammen mit dem Direktor des Zoologischen Instituts ein Gesuch an das Ministerium ein, in dem sie verschiedene Änderungen in der «Verwendung und Benutzung des die Institutsgebäude umgebende[n] sog. Döbereiner'sche[n] Grundstücks», speziell den Abriss des Dö-

[319] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1304, Bl. 47
[320] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1304, Bl. 48 – 52

bereiner'schen Hauses sowie des Laboratoriumsgebäudes und die Nutzung der Fläche als Gartenanlage der beiden Institute vorschlugen. In seinem Begleitbrief an das Ministerium lehnte der Kurator den Abriss der Gebäude ab, da dadurch ein Drittel der Baukosten vakant werden würde. Wegen der möglichen Beeinträchtigungen des Institutsbetriebs befürwortete er aber, die Gebäude und das Gelände nicht zu verkaufen, und stellte einen Umbau des Laboratoriumsgebäudes für eine anderweitige Nutzung zur Diskussion. Den übrigen, nicht so tiefgreifenden Vorschlägen stimmte er zu.[321] Der Neubau der beiden Institute ging im Verlauf des Jahres 1883 zügig voran. Auch bei der Ausrüstung des Physikalischen Instituts traten keine nennenswerten, in den Akten zu verzeichnende Probleme auf, so dass es ab dem Sommersemester 1884 genutzt werden konnte.[322] Um die besondere Bedeutung, die die Fertigstellung dieser beiden Institutsbauten für die Universität hatte, in der Öffentlichkeit deutlich zu machen, veranstaltete die Universitätsleitung, anders als bei einigen in den vorangegangenen Jahren fertiggestellten Universitätsbauten, wie der Bibliothek oder dem Pathologisch-anatomischen Institut, eine Einweihungsfeier. Der Kurator betonte diese «hervorragende Bedeutung» in seinem Begleitschreiben, mit dem er das Gesuch des Prorektors, das beiliegende Programm der Einweihungsfeier zu genehmigen, der Großherzoglichen Regierung vorlegte. «Von ungewöhnlich hohem Belang für Jena ist in erster Linie die vollendete Herstellung des physikalischen Instituts.»[323] Nach einer klaren Schilderung der infolge der Vertretung von Mathematik und Physik durch eine Professur trotz aller Bemühungen entstandenen Probleme und Missstände sowie der Verdienste von Schaeffer und Abbe würdigte er die nun erzielte Lösung.

> «Die Errichtung einer besonderen ordentlichen Professur für Physik wie solche an keiner Universität, welche ihrer Aufgabe gerecht werden soll, fehlen darf, ist erst jetzt, nachdem die Herstellung eines allen Anforderungen der Neuzeit entsprechenden physikalischen Instituts und die Beschaffung einer vollständigen Sammlung physikalischer Apparate gesichert war, möglich geworden.»[324]

[321] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1489, Bl. 27 – 28
[322] Das Zoologische Institut wurde bereits im Wintersemester 1883/84 genutzt.
[323] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1489, Bl. 40v, Hervorhebung im Original
[324] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1489, Bl. 41 – 41v, Hervorhebung im Original

Im Weiterem skizzierte er analog die Bedeutung des Zoologischen Instituts und kritisierte einige Formulierungen im Programmtext. In Anerkennung der Verdienste von Schaeffer und Abbe «um die Fortführung des physikalischen Unterrichts an hiesiger Universität seit einer Reihe von Jahren» sowie des Engagements des Letzteren «bei der Bearbeitung des Planes für den Bau des physikalischen Instituts und bei der Aufstellung des Verzeichnisses der neu anzuschaffenden physikalischen Apparate» regte er deren Auszeichnung mit dem Ritterkreuz erster Klasse des Ernestinischen Hausordens an.[325] Die Einweihungsfeier fand am 3. Mai 1884 statt.

Nach jahrelangem Ringen verfügten Mathematik und Physik an der Salana über angemessene Bedingungen, so dass in beiden Disziplinen eine dem aktuellen Entwicklungsstand entsprechende Lehre erfolgen konnte. Trotzdem muss die Gesamtsituation als wenig befriedigend eingeschätzt werden. Die personelle Ausstattung in beiden Disziplinen war ungenügend. Die vorhandenen Lehrkräfte konnten keineswegs die inzwischen entstandene Vielfalt an mathematischen bzw. physikalischen Subdisziplinen präsentieren. Zur Forschung ließen die Lehrverpflichtungen kaum Zeit. Die Herausbildung spezieller Forschungsrichtungen, wie dies für kleinere Universitäten wie Jena unumgänglich war, wenn ein gewisses eigenes Profil entwickelt werden sollte, hatte bisher kaum stattgefunden. Die wichtige Ausnahme bildeten Abbes Untersuchungen zur Optik. Trotz der Verbesserungen standen den Mathematikern und Physikern weitere Anstrengungen bevor, um bei der Verteilung der knappen Finanzmittel eine angemessene Berücksichtigung zu finden und um in der Konkurrenz mit den anderen Universitäten zu bestehen.

3.11 Der Ausbau des Physikalischen Instituts bis zur Jahrhundertwende

Kaum war der Institutsbetrieb richtig in Gang gekommen, da erfuhr er wieder eine beträchtliche Störung. Im April 1886 erhielt Sohncke ein Angebot auf den Lehrstuhl für Experimentalphysik an der Technischen Hochschule München, das in vielen Punkten deutlich besser war als die

[325] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1489, Bl. 44 – 44v

aktuellen Konditionen in Jena.[326] Da allein schon das offerierte Gehalt von 7200 Mark die finanziellen Möglichkeiten der Erhalterstaaten überstieg, dürfte das Weimarer Ministerium keinen Versuch unternommen haben, um Sohncke in Jena zu halten.[327] Dafür spricht auch die Tatsache, dass Sohncke dem Kurator bereits am 1. Mai die Annahme der Berufung nach München mitteilte und um seine Entlassung zum 1. Oktober bat. Nach Rücksprache mit den übrigen Erhalterstaaten genehmigte das Weimarer Ministerium am 21. Mai die Entlassung und forderte die Universität zu Vorschlägen für die Wiederbesetzung auf.[328]

Bevor auf dieses Berufungsverfahren eingegangen wird, muss über eine andere Veränderung am Physikalischen Institut berichtet werden, die den finanziellen Spielraum der Universität etwas erhöhte. Im März 1885 teilte Abbe dem Kurator mit, dass er durch die übernommenen Verpflichtungen voraussichtlich genötigt sei, die «Versuchsstation zur Verbesserung des Glases für wissenschaftliche Zwecke in ein gewerbliches Unternehmen überzuführen» und an der Gesellschaft als «offener Genossenschafter» teilzunehmen.[329] Um in seinen Entschlüssen frei zu sein, verzichtete Abbe auf die ihm bisher gewährte Besoldung. Da er keine Beeinträchtigung befürchtete, die ihm in der Ausübung seiner Funktion als akademischer Lehrer und Direktor der Sternwarte behindern würde, bat er, ihm zu gestatten

> «1. seine academische Lehrthätigkeit in der gleichen Stellung wie bisher fortzuführen,
>
> 2. die Direction der Sternwarte auch fernerhin zu führen,
>
> 3. die bisher als Director der Sternwarte bezogene Besoldung zur freien Verfügung unter der üblichen Rechnungslegung für Zwecke des Institutes zu verwenden.»[330]

Der Kurator befürwortete Abbes Anliegen. Er hob hervor, dass Abbe, als er ihn auf die Möglichkeit hinwies, mit dem Besoldungsverzicht zu

[326] UAJ, C 440, Bl. 51 – 54. Neben dem erwähnten Gehalt konnte Sohncke mit durchschnittlich 4000 M Kolleggeldern rechnen, verfügte im Institut über zwei gut dotierte Assistentenstellen, einen Laboratoriumsdiener und über einen höheren Institutsetat.

[327] In den Akten wurden keine entsprechenden Hinweise gefunden.

[328] UAJ, BA 440, Bl. 132 – 134; UAJ, M 621, Bl. 175

[329] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1285, unpaginiert, Bericht des Kurators vom 30. März 1885, S. 1

[330] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1285, unpaginiert, Bericht des Kurators vom 30. März 1885, S. 2

warten, bis «die Verbindung der neu zu übernehmenden Verpflichtungen mit den bisherigen sich als unzuträglich herausstellt», auf seinem Antrag bestanden habe. Das Großherzogliche und die Herzoglichen Ministerien sahen keinen Grund, einen Einwand gegen Abbes Gesuch vorzubringen. Am 13. Mai teilte das Weimarer Ministerium Kurator Eggeling den entsprechenden Beschluss mit. Insbesondere blieb es Abbe als Direktor der Sternwarte überlassen, die diesbezügliche Besoldung von 900 Mark nach eigenem Ermessen «zur Remunerirung von Hilfsdienstleistungen bei der Sternwarte oder sonst für die Zwecke dieser Anstalt» einzusetzen.[331] Es wurde aber kein Hinweis gefunden, dass die eingesparten Finanzmittel bei den Bemühungen, Sohncke in Jena zu halten, eine Rolle gespielt haben.

Zwei Wochen nach der Aufforderung zu Besetzungsvorschlägen für die Sohncke'sche Professur legte die Philosophische Fakultät ihren Denominationsbericht vor. Aus dem Bericht war deutlich zu erkennen, dass die Fakultätsmitglieder diesmal stärker auf die experimentellen Fähigkeiten der Kandidaten achteten, um nicht wie im Fall Sohncke den indirekten Vorwurf zu ernten, die mathematische Physik überzubetonen. Eine solche Schwerpunktsetzung ergab sich sowohl aus den Aufgaben, die der Ordinarius für Physik an der Universität Jena zu erfüllen hatte, als auch aus den allgemeinen Auffassungen der Physiker zur physikalischen Forschung. Für beides bildete die Experimentalphysik die unverzichtbare Basis. Theoretische Überlegungen, gegebenenfalls unter Einbeziehung mathematischer Methoden, mussten auf solide experimentell gewonnene Kenntnissen und ein ebensolches Datenmaterial gegründet werden. In der Lehre, speziell in den Disziplinen, in denen die Physik eine Dienstleistungsfunktion erfüllte, stand die Vermittlung physikalischer Untersuchungsmethoden im Vordergrund, nicht aber das Ableiten theoretischer Erkenntnisse. Als würdige Vertreter der Experimentalphysik schlug die Fakultät an erster Stelle den Ordinarius für Physik an der Universität Gießen Conrad Röntgen (1845 – 1923), gefolgt von dem an der landwirtschaftlichen Akademie Hohenheim tätigen Ordinarius Adolph Winkelmann vor. An dritter Stelle wurde der Privatdozent Karl Richard Koch (1852 – 1924) von der Universität

[331] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1285, unpaginiert, Brief des Großherzogl. Ministeriums vom 13. Mai 1885

Freiburg i. Br. genannt.[332] Mit der Reihenfolge verband die Fakultät zugleich eine dezidierte Abstufung in der Eignung für die zu besetzende Stelle.

Kurator Eggeling befürwortete in seinem Anschreiben an das Ministerium den Vorschlag der Fakultät, bekannte aber, trotz Nachforschung keine wichtigen ergänzenden Nachrichten über die einzelnen Personen erhalten zu haben. Er erörterte die Chancen, Röntgen für Jena zu gewinnen, und schätzte diese als gut ein. Den in Gießen höheren Kollegienhonoraren und der Zusammenarbeit mit dem Extraordinarius für Experimentalchemie standen die besseren räumlichen Bedingungen in Jena gegenüber. Sehr einschränkend war jedoch Eggelings Feststellung, dass er einem über die bisherigen Ausgaben hinausgehenden Aufwand für die Besoldung bzw. die Dotation des Physikalischen Instituts nicht zustimmen würde. Der an zweiter Stelle nominierte Winkelmann wurde ebenfalls akzeptiert, Koch jedoch nicht. Die Berufung des als Experimentalphysiker noch nicht bewährten Koch erschien dem Kurator als «ein zu gewagtes Unternehmen». Zur Beschleunigung des Verfahrens bat Eggeling, die Verhandlungen mit Röntgen mündlich führen und, falls Röntgen ablehne, diese mit Winkelmann aufnehmen zu dürfen.[333] Das Weimarer Ministerium erteilte am 23. Juni die erbetene Verhandlungsbefugnis mit dem ausdrücklichen Vermerk, den bisherigen finanziellen Rahmen nicht zu überschreiten, wobei im Falle Winkelmann die Höhe der Besoldung noch zu erörtern wäre.[334] Röntgen zeigte sich von der Berufung sehr erfreut und stellte nach der Unterredung mit Eggeling in Gießen und der Besichtigung des Jenaer Physikalischen Instituts die Annahme des Rufes in Aussicht, wollte aber vor der endgültigen Entscheidung die hessische Regierung informieren. Diese sicherte ihm daraufhin eine Reihe von Verbesserungen zu, so dass er sich letztlich gegen Jena entschied und am 6. Juli absagte.[335]

Vier Tage später konnte der Kurator, der unmittelbar nach Röntgens Absage nach Hohenheim gereist war, dem Ministerium über die

[332] UAJ, BA 440, Bl. 135 – 137

[333] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1314, unpaginiert, Brief des Kurators vom 13. Juni 1886

[334] UAJ, C 440, Bl. 59

[335] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1314, unpaginiert, Briefe des Kurators vom 29. Juni und 6. Juli 1886

erfolgreichen Verhandlungen mit Winkelmann berichten. Er nannte insbesondere die vorläufigen Gehaltsvorstellungen, unter denen Winkelmann auch bei einer Gehaltsverbesserung seitens der württembergischen Regierung nach Jena kommen würde. Dieser hatte jedoch, da seine Frau im Oktober ein Kind erwartete, den Wunsch geäußert, die Stelle erst zum Sommersemester 1887 antreten zu dürfen. Eggeling hielt die sechsmonatige Vakanz in der Leitung des Instituts sowie die Unterbrechung der Vorlesungen und Übungen für sehr bedenklich und wurde in dieser Meinung von Sohncke bestätigt. Er sprach sich deshalb gegen eine Verschiebung des Berufungstermins aus. Als ein weiterer negativer Aspekt war dem Kurator die ungenügende Ordnung in Winkelmanns Arbeitsräumen aufgefallen, so dass er sich um die ordnungsgemäße Führung des Jenaer Instituts sorgte. Diese Bedenken wurden von Sohncke, der die Hohenheimer Verhältnisse kannte, zerstreut und Eggeling empfahl Winkelmanns Berufung zum 1. Oktober 1886.[336] Nachdem Winkelmann am 16. Juli die Berufung bei noch ausstehender Klärung einiger Details hinsichtlich des Dienstantritts angenommen hatte, unter anderem lag noch keine Entlassung aus dem württembergischen Dienstverhältnis vor, sagte er am 7. August definitiv zu.[337] Der tatsächliche Dienstantritt Winkelmanns erfolgte nach weiteren Verhandlungen schließlich am 13. November und die offizielle Verpflichtung durch den Prorektor fand am 27. November statt.

Winkelmann widmete sich engagiert der Gestaltung des Institutsbetriebs, beantragte im folgenden Frühjahr die Beseitigung einiger festgestellter Unzulänglichkeiten in der Einrichtung der Arbeitsräume und im März 1890 mit Unterstützung des Kurators eine deutliche Steigerung des Institutsetats um 50 % auf 4500 Mark. Ausgangspunkt für den letztgenannten Schritt war die Errichtung einer amtlichen Prüfstation für Thermometer in Ilmenau im Oktober 1889. Bisher waren diese Prüfungen am Physikalischen Institut vorgenommen worden, das diese Tätigkeit nunmehr einstellte, dadurch aber auch auf die damit verbundenen Einnahmen verzichten musste. In seinem Antrag verglich Winkelmann seinen Etat mit den an anderen kleinen Universitäten, wie Gießen, Kiel, Marburg und Rostock, zur Verfügung stehenden Mitteln und konnte ein deutlich höheres Budget für diese Universitäten konstatieren. Die

[336] UAJ, C 440, Bl. 65 – 68v
[337] UAJ, C 440, Bl. 73 – 81

Besoldung der Assistenten und Diener an den physikalischen Instituten dieser Universitäten war ebenfalls höher. Der Kurator unterstützte den «hinlänglich begründeten» Antrag nachdrücklich. Er diskutierte in seinem Begleitschreiben noch die Frage, Institutsgebühren einzuführen bzw. die Praktikantenbeiträge zu erhöhen, hielt dies aber beim gegenwärtigen Zustand einiger Einrichtungen, wie des Chemischen Laboratoriums, nicht für sinnvoll.[338] In diese Zeit fielen weitere bauliche Veränderungen im Institut. Der im Keller des Instituts zur Stromerzeugung aufgestellte Gasgenerator verursachte erhebliche Erschütterungen im Gebäude und beeinträchtigte die experimentellen Untersuchungen. Für ihn wurde ein separates Gebäude errichtet.

Der kontinuierlichen und gedeihlichen Entwicklung des Physikalischen Instituts drohte im Herbst 1890 eine erhebliche Störung. Am 8. November musste der Kurator das Weimarer Ministerium über die beabsichtigte Berufung Winkelmanns an das Polytechnikum Stuttgart informieren. Er charakterisierte Winkelmann als einen der beliebtesten Lehrer und seinen Abgang als empfindlichen Verlust für die Universität. Mit der berechtigten Hoffnung, Winkelmann in Jena halten zu können, und der Bemerkung, dass es recht zweifelhaft sei, einen Ersatz für ihn zu dem jetzigen Gehalt zu bekommen, beantragte Eggeling eine Gehaltserhöhung um 1000 M.[339] Winkelmann lehnte daraufhin den Ruf nach Stuttgart ab. Die Zahlung der Gehaltszulage übernahm die Reichenbach'sche Stiftung. Die Gefahr eines Weggangs von Winkelmann war damit gebannt, er sollte für die weiteren zwei Jahrzehnte die Geschicke der Physik lenken.

Im Jahre 1895 wurde das Institut durch einen Anbau erweitert, wobei die Carl-Zeiss-Stiftung einen großen Teil der Kosten übernahm und dann auch einen regelmäßigen Zuschuss zum Institutsetats bewilligte. In Zusammenhang mit der Bitte um Erhöhung des Zuschusses trug Kurator Eggeling dem Weimarer Ministerium im Juni 1896 eine schon vor längerer Zeit geäußerte Bitte des Begründers der Carl-Zeiss-Stiftung (Abbe) vor, dass die Carl-Zeiss-Stiftung bei Bedarf «jeder Zeit ein oder auch zwei Zimmer der physikalischen Anstalt so weit dieses aber ohne Beeinträchtigung der eigenen Zwecke derselben möglich sei, für

[338] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1489, Bl. 69 – 73v

[339] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1314, unpaginiert, Schreiben des Kurators vom 8. November 1890

die optische Werkstätte in Anspruch» nehmen könne.[340] Ohne an der Bereitschaft des jeweiligen Direktors des Physikalischen Instituts zu zweifeln, strebte der Kurator eine grundsätzliche Entscheidung über diese Frage an. Dem Antrag der Carl-Zeiss-Stiftung wurde seitens der Erhalterstaaten ohne Einwand entsprochen.

Als im Jahr vor der Jahrhundertwende mit dem Bau einer Straßenbahn eine weitere technische Neuerung in Jena Einzug halten sollte, sah sich das Physikalische Institut plötzlich mit massiven Beeinträchtigungen des Institutsbetriebs konfrontiert. Da die Bahnlinie direkt am Institut vorbeiführen sollte, wären viele empfindliche Messungen nicht mehr möglich und das Institut hätte die Aufgaben in Lehre und Forschung nicht mehr wahrnehmen können. Am 4. Juli informierte der Kurator das Ministerium in Weimar über den Sachverhalt und bat, nach Wegen zu suchen, um Schaden für das Institut abzuwenden. Wenn die geplante Trassenführung realisiert würde, wäre eine neue physikalische Anstalt in größerer Entfernung von der Bahn nötig. Die Mittel für einen solchen Bau könne die Universität schwer aufbringen.[341] Die Verhandlungen zur Lösung des Konflikts, Winkelmann hatte als Direktor des Physikalischen Instituts offiziell Einspruch erhoben, gestalteten sich schwierig.

Die Rettung kam zum wiederholten Male von Abbe und der Carl-Zeiss-Stiftung. Die Stiftung erklärte sich bereit, «in der nöthigen Entfernung von über 400 m von der nächsten Starkstromleitung ein neues physikalisches Institut zu errichten.»[342] Das bisherige Institutsgebäude sollte für die Unterbringung des pharmazeutischen Laboratoriums und des Nahrungsmitteluntersuchungsamtes sowie für eine neue Professur für technische Chemie genutzt werden. Die Mittel für die Begründung und Dotierung letzterer Professur, die Schott zusätzlich mit 50 000 Mark aus seinem Privatvermögen fördern wollte, stellte ebenfalls die Carl-Zeiss-Stiftung zur Verfügung. Dieser Ausweg wurde von allen Beteiligten sehr begrüßt und das Weimarer Ministerium suchte umgehend um die Zustimmung der anderen Erhalterstaaten nach. In dem gleichen Schreiben vom 2. Februar 1900 wurden die Regierungen der

[340] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1489, Bl. 94 – 95. Die Firma Carl Zeiss wurde zu diesem Zeitpunkt bereits als Stiftungsbetrieb von der Carl-Zeiss-Stiftung geführt. Vgl. Abschnitt 3.13.

[341] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1489, Bl. 110

[342] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1489, Bl. 112v

übrigen Erhalterstaaten von dem Angebot der Stadt und der Eisenbahngesellschaft unterrichtet, eine Entschädigung von 20 000 Mark zu zahlen, falls die Universität den Einspruch zurückzöge. Da «ein Anspruch auf Unterlassung der bei elektrischen Starkstrombetrieben unvermeidlichen Störung des magnetischen Feldes selbst entfernter Gebäude und Anlagen schwer zu begründen und zur Anerkennung [...] zu bringen sein dürfte», plädierte man von Weimarer Seite für die Annahme der Entschädigungszahlung sowie die Realisierung von Abbes Vorschlag und erbat das Einverständnis dazu.[343] Die einzelnen Regierungen zögerten nicht, diese lukrative Offerte anzunehmen. Der Weg zum überraschenden Neubau des Physikalischen Instituts und zur weiteren Verbesserung der Lehr- und Forschungsbedingungen für die Jenenser Physiker war damit frei.

3.12 Die Errichtung einer Professur für theoretische Physik

Nach diesen vorrangig bauliche Veränderungen betreffenden Ereignissen muss noch ein wesentlicher personeller und zugleich struktureller Einschnitt im Institutsbetrieb behandelt werden, der sich im Sommer 1889 abzeichnete. Am 12. Juni reichte Abbe über den Kurator ein Gesuch an die zuständigen Ministerien der Erhalterstaaten ein, in dem er um die Genehmigung nachsuchte, seine bisherige Lehrtätigkeit an der Jenenser Universität einschränken zu dürfen. Er verband dies mit dem Hinweis, dass dadurch die Einrichtung einer besonderen Professur für theoretische Physik dringend erforderlich sei. Obwohl seine eigene Lehrtätigkeit nur ein Notbehelf gewesen sei, könnten diese wenigen Vorlesungen nicht noch vom Ordinarius für Physik bzw. den mathematischen Lehrkräften übernommen werden, ohne andere gleichwichtige Lehrinteressen zu vernachlässigen. Abbe fuhr dann fort:

> «Angesichts der immer wachsenden Ausdehnung des Forschungsgebietes der Physik und der Vielfältigkeit der Zwecke, denen das Studium der Physik an den Universitäten zu dienen hat, muss vielmehr für jede Universität als dringendes Bedürfniss hingestellt werden, dass neben der Haupt-Professur für Physik

[343] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1489, Bl. 113v

> – welche durch die grundlegenden Vorlesungen und die praktischen Uebungen im Laboratorium genügend belastet ist – noch besondere Vorsorge getroffen sei für regelmässige Vorlesungen wenigstens über die wichtigeren Abschnitte der Physik in eingehender, vorwiegend mathematischer Behandlung. Ohne Dieses würde nicht einmal den Candidaten des Lehramts Gelegenheit geboten sein zur Erwerbung derjenigen Kenntnisse, welche die staatliche Examenordnung von ihnen verlangt.
>
> Thatsächlich haben auch schon alle übrigen deutschen Universitäten – meines Wissens ohne Ausnahme – ihre Lehreinrichtungen für Physik allmählig in der hier bezeichneten Richtung vervollständigt.»[344]

Abschließend betonte Abbe, dass sich Jena ein Zurückbleiben hinter «den Anforderungen der Zeit» nicht erlauben könne, um hinsichtlich der Studentenzahlen in dem sich verschärfenden Wettbewerb mit den großen, besser ausgestatteten Universitäten nicht völlig zu unterliegen.

Eggeling informierte unverzüglich die Philosophische Fakultät und forderte sie auf, sich «mit thunlichster Beschleunigung» gutachterlich zu äußern, «ob die Begründung einer besonderen außerordentlichen Professur für theoretische Physik an der hiesigen Universität» durch die verminderten Lehraktivitäten Abbes notwendig sei. Falls die Fakultät die Meinung Abbes teile, solle sie zugleich einige jüngere Gelehrte benennen, die für die Professur in Frage kämen.[345] Die Philosophische Fakultät bestätigte einstimmig die Notwendigkeit, ein Extraordinariat mit Lehrauftrag für theoretische Physik als Ersatz für die Einschränkung von Abbes Lehrtätigkeit zu schaffen. Der von Abbe vorgelegten Begründung schloss sie sich völlig an. Aus formalen Gründen – es fehlte eine entsprechende Aufforderung durch den Senat –, wurde zwar kein Beschluss über die möglichen Kandidaten für die Professur gefasst, diese wurden aber namentlich genannt. Es handelte sich um die Privatdozenten Felix Auerbach (1856 – 1933) von der Universität Breslau und Walter König (1859 – 1936) von der Leipziger Universität.[346] Eine angefügte handschriftliche Notiz Eggelings lässt die in einem möglichen Berufungsverfahren zu Tage tretenden Schwierigkeiten ahnen. Der

[344] UAJ, C 445, Bl. 1 – 2
[345] UAJ, C 445, Bl. 3
[346] UAJ, C 445, Bl. 5 – 5v

Dekan habe bei der Übergabe des Schreibens mitgeteilt, dass die Fakultät voraussichtlich gegen Winkelmanns Vorschlag einmütig die Berufung von Auerbach ablehnen werde, «weil er Jude und trotz 10jähriger Privatdozententhätigkeit noch nicht befördert sei».

Bevor Eggeling seinen Bericht an das Ministerium fertigstellte, erhielt er noch den ausführlichen Bericht Winkelmanns über die in der Fakultätssitzung vorgetragene Einschätzung zu Auerbach und König. Beide waren von Winkelmann in Übereinstimmung mit Abbe als besonders geeignet bezeichnet worden, um die theoretische Physik an der Jenenser Universität vorzutragen.[347] Winkelmann hatte seinem Bericht die Briefe der Breslauer Professoren Oskar Meyer (1834 – 1909) und Walter Funke (1832 – 1900) beigelegt, die er um ihre Einschätzung zu Auerbach gebeten hatte. Beide lobten Auerbach als ausgezeichneten Vertreter der theoretischen Physik bzw. als hochbegabten geistreichen Mann und schilderten einige Gründe für sein langes Verharren auf der Position als Privatdozent. Diese sahen sie vor allem in seiner Zugehörigkeit zur israelitischen Konfession und im zu raschen Anstreben einer Privatdozentur.[348] Der Kurator erörterte die Vorschläge nochmals mit Winkelmann und Abbe und veranlasste Ersteren, die Meinung des berühmten Berliner Physikers August Kundt (1839 – 1894) einzuholen. Kundt äußerte sich kritisch zu Auerbach und W. König sowie sehr positiv zu Leo Graetz (1856 – 1941), den auch Abbe im Gespräch mit dem Kurator erwähnt hatte. Als empfehlenswerte Physiker nannte Kundt die in Berlin lehrenden Paul Glan (1846 – 1898), Arthur König (1856 – 1901) und Conrad Dieterici (1858 – 1929).[349]

Nach zwei weiteren Meinungsäußerungen von Breslauer Professoren, dem Mathematiker Heinrich Schroeter (1829 – 1892) und dem Philosophen Benno Erdmann (1851 – 1921), über Auerbach formulierte Eggeling am 8. Juli seinen Bericht an das Ministerium. Er unterstützte Abbes Anliegen hinsichtlich der Reduzierung seiner Lehraufgaben und schilderte die von ihm in der Frage des Extraordinariats für theoretische Physik eingeleiteten Schritte. Anknüpfend an die Ausführungen Abbes

[347] UAJ, M 621a, Bl. 91 – 93

[348] UAJ, C 445, Bl. 6v – 7. Auerbach hatte sich mit 22 Jahren habilitiert. Er habe bei den Studierenden keine Autorität und außerdem lange im Schatten der «ausgezeichneten Lehrkraft» Ernst Dorn (1840 – 1916) gestanden. (UAJ, C 445, Bl. 8v)

[349] UAJ, C 445, Bl. 8

und die Stellungnahme der Fakultät befürwortete er die Schaffung eines solchen Extraordinariats:

> «Seit längerer Zeit schon habe ich mit Bedauern die Lücke in dem Lehrplane der Universität bezüglich des genannten Faches bemerkt. [...] Wäre derselbe [Abbe] in der Lage, seine Lehrthätigkeit im bisherigen Umfange wenigstens fortzusetzen, so hätte man sich damit allenfalls noch ferner begnügen können. Nun [?] aber eine erhebliche Einschränkung derselben unabweislich[?] wird, darf meiner unmaßgeblichen Ansicht nach mit der Begründung einer neuen[?] außerordentlichen Professur für theoretische Physik nicht länger gezögert werden.»[350]

Abbildung 3.14
Heinrich von Eggeling, Kurator der Universität Jena 1884 – 1909

Nach dem formalen Antrag auf Einrichtung der Professur und der Bitte, die Besoldung derselben aus dem Ministerialfonds für wissenschaftliche Zwecke zu bestreiten, wandte sich Eggeling der Besetzung der Professur zu. Wieder gab er einen Überblick über die verschiedenen diesbezüglichen Aktivitäten und war dann um eine objektive Darlegung der Fakten und eine deutliche Betonung der universitären Interessen

[350] UAJ, C 445, Bl. 12 – 12v

unter Zurücksetzung aller subjektiven Meinungen bemüht. In diesem Sinne plädierte er für eine rasche Besetzung der Professur zum nächsten Wintersemester 1889/90, da Abbe mit großer Wahrscheinlichkeit aus gesundheitlichen Gründen keine oder nur wenige Vorlesungen halten werde. Bei einer statutengemäßen Abwicklung des Verfahrens wäre dies nicht zu erreichen, und er habe deshalb die Fakultät vorab zur Nennung von Kandidaten aufgefordert. Ausführlich widmete sich der Kurator dann dem von Winkelmann und Abbe favorisierten Auerbach sowie der ablehnenden Haltung der Fakultät. Er skizzierte Auerbachs bisherige Karriere, zitierte mehrere ihm vorliegende Gutachten, etwa die mehrfach gelobte fachliche Kompetenz und die gute Wirksamkeit in der Lehre, und stellte diese anerkennenden Urteile über die wenigen negativen fachlichen Äußerungen einiger Akademiker. Nachdem er kurz auf einige der übrigen vorgeschlagenen Physiker eingegangen war, trug er sein Fazit mit einigen Gesichtspunkten vor, die für die weitere Ausgestaltung der Professur von prinzipieller Bedeutung waren und ging abschließend auf die allgemeine Situation, speziell die antisemitische Grundhaltung, ein:

> «Die hier nun zu eröffnende Lehrstelle wird voraussichtlich für lange Zeit, wenn nicht für immer ein mäßig besoldetes Extraordinariat bleiben. Deshalb ist, wie allseits anerkannt wird[?], wünschenswerth, daß diese Stelle eine Durchgangsstelle wird, in welcher jüngere Gelehrte einige Jahre verweilen und sich weiter entwickeln. Da der Extraordinarius für theoretische Physik bezüglich seiner experimentellen Arbeiten auf die physikalische Anstalt angewiesen sein und mithin in gewissem[?] Abhängigkeitsverhältnisse zu dem Director dieser Anstalt stehen wird, so kann im Allgemeinen nicht für wünschenswerth erachtet werden, daß der Berufene dauernd in dieser Stelle bleibt. Nun ist nach der bisherigen Erfahrung jedenfalls nicht mit Sicherheit darauf zu rechnen, daß Dr. Auerbach von hier wegberufen würde; es ist auch leicht möglich, daß dem Dr. Auerbach, welcher in sehr guten Vermögensumständen sich befinden soll, die Lage in Jena so gut gefiele, daß er selbst Berufungen in besserdotirte Stellen ausschlagen würde. Viel wahrscheinlicher ist, daß Dieterici, welcher Assistent des Professor Kundt in Berlin ist, und daß Dr. [Wilhelm] Hallwachs [(1859 – 1922)], ein Schüler Kundt's, vorausgesetzt daß sie sich hier weiter tüchtig entwickeln würden, später eine Berufung an eine preußische Universität erhielten; der

> maaßgebende Einfluß des Professor Kundt würde ihnen förderlich zur Seite stehen.
>
> Wenn nun trotzdem die Professoren Winkelmann und Abbe daran festhalten zu müssen glauben, die Berufung des Dr. Auerbach in erster Linie in Vorschlag zu bringen, so sind sie hierzu durch die Ueberzeugung bestimmt, daß Dr. Auerbach sich bereits in weit höherem Grade, als die genannten jüngeren Gelehrten als hervorragend befähigt und tüchtig erwiesen hat, und durch die Erwägung, daß namentlich bei der Berufung in akademische Stellen in erster Linie [...] zu berücksichtigen[?] sei, welcher unter den möglicher Weise zu gewinnenden Gelehrten der bewährteste ist.»[351]

Eggeling sprach sich nicht grundsätzlich gegen die von der Fakultät vertretene und in akademischen Kreisen häufig artikulierte antisemitische Haltung aus und äußerte Verständnis, jüdische Wissenschaftler nicht bei Berufungen für Fächer zu berücksichtigen, in denen religiöse oder ethische Fragen erörtert wurden. Im vorliegenden konkreten Fall lehnte er dies ab:

> «Indeß für die Wirksamkeit in dem Lehrfache, um welches es sich im vorliegenden Falle handelt, dürften Confession und Eigenthümlichkeiten des israelitischen Stammes ohne Belang sein und es kann unbedenklich neben dem streng-katholischen Ordinarius ein israelitischer Extraordinarius das Lehrgebiet der Physik vertreten.»[352]

Er schlug vor, Auerbach für die Berufung vorzusehen und dazu mit Beschleunigung die Stellungnahme des Senats der Universität einzufordern. Im Weimarer Ministerium folgte man den Ansichten des Kurators und teilte nach der Zustimmung der übrigen Erhalterstaaten am 3. August 1889 dem Prorektor und dem Senat der Jenenser Universität die beabsichtigte Einrichtung und Besetzung des Extraordinariats zur gutachtlichen Stellungnahme mit. Verzögert durch verschiedene Reisen der Beteiligten nahm Eggeling am 14. September die Berufungsverhandlungen mit Auerbach in Breslau auf und erzielte eine volle Akzeptanz des Angebots. Nochmals wurde die Stellung des Extraordinarius im Institut klar umrissen, speziell hinsichtlich der von

[351] UAJ, C 445, Bl. 16 – 17
[352] UAJ, C 445, Bl. 17v

Auerbach gewünschten Möglichkeit zu gelegentlichen experimentellen Arbeiten, die prinzipiell möglich wären, die er aber mit dem Direktor des Instituts abzustimmen habe. Ausdrücklich ging der Kurator in seinem Bericht an das Ministerium auch auf die Vorbehalte ein, einen Juden anzustellen.

> «Weder bei diesen Verhandlungen noch bei den wiederholten und längeren Unterredungen, welche ich während meines Aufenthaltes in Breslau mit Dr. A[uerbach] hatte, ist mir irgend ein Bedenken gegen seine Erwerbung für Jena gekommen. Dr. A[uerbach] ist Jude, doch kann ich nicht sagen, daß in dem Zusammensein und den Unterredungen mit ihm jene Züge störend sich bemerklich gemacht hätten, welche vielen seiner Glaubensgenossen eigen sind und nicht gerade beitragen, dieselben beliebt zu machen.»[353]

Zur Beschleunigung des Verfahrens wurden die ministeriellen Entscheidungen telegraphisch übermittelt und am 27. September 1889 erhielt die Universität bereits den Auftrag, die formale Berufung Auerbachs zum 1. Oktober vorzunehmen. Die theoretische Physik erreichte damit in Jena die Repräsentanz, die damals an den Universitäten üblich war, wie auch die personelle Ausstattung der Physik insgesamt bei den Professorenstellen dem Standard bei kleineren Einrichtungen entsprach. Als ein für Auerbach unangenehmer Trugschluss erwiesen sich dessen Vorstellungen über die Lebenshaltungskosten in Jena. Diese waren deutlich höher und die Vorlesungseinnahmen geringer als erwartet, so dass Auerbach schon im Sommer 1890 eine Unterstützung beantragte, die aber vom Kurator abgelehnt wurde.

Das Berufungsverfahren offenbart die in großen Teilen der Bevölkerung anzutreffende antisemitische Haltung. Der Kurator akzeptierte diese Einstellung und dürfte sie in mehreren Punkten geteilt haben. Das Interesse der Universität, rasch einen fähigen Vertreter der theoretischen Physik zu finden, wog für ihn aber schwerer als die antisemitischen Vorurteile und er folgte den fachlichen Argumenten im Antrag von Abbe und Winkelmann.

Eine Verstärkung erfuhr die Physik, speziell die theoretische Physik, im Frühjahr 1893, als Rudolf Straubel (1864 – 1943) die Habilitation für Physik beantragte. Da Straubel, abgesehen von zwei Semestern in Berlin,

[353] UAJ, C 445, Bl. 25 – 25v

sein Studium in Jena absolviert hatte, dort 1888 mit einer Arbeit über die Berechnung der Fraunhoferschen Beugungserscheinungen promoviert worden war und danach am Physikalischen Institut als Assistent gearbeitet hatte, war dies zugleich ein Ergebnis des Aufschwungs der Physik an der Salana. In der vorgelegten Habilitationsschrift behandelte er ebenfalls ein Problem aus der Theorie der Beugungserscheinungen. Abbe hob in seinem Gutachten die Bedeutung der Arbeit für die Optik, speziell die Theorie der optischen Instrumente hervor, und bescheinigte Straubel, er habe «die Aufgabe jedenfalls so vollständig und erschöpfend erledigt wie im Rahmen der allgemeinen Theorie überhaupt als möglich erscheint und [...] damit die bis jetzt gänzlich mangelnde Grundlage beschafft, auf welcher [sich] beliebige Spezialfälle, deren genaueres Studium für die Optik Interesse haben mag, ohne weitere Schwierigkeiten mit behandeln lassen.»[354] Straubel erhielt die erbetene Zulassung und absolvierte alle Leistungen zur Habilitation zur vollen Zufriedenheit der Kommission, so dass die Philosophische Fakultät auf ihrer Sitzung am 8. Juli 1893 beschloss, ihm die Venia Legendi zu erteilen.[355]

In den folgenden Jahren engagierte sich Straubel im Vorlesungsbetrieb sowie bei der Durchführung des physikalischen Praktikums und referierte neben den im weitesten Sinne mit seinen Forschungen im Zusammenhang stehenden Themen der Optik und des Elektromagnetismus auch über physikalische Chemie und mathematische Geographie. Vier Jahre später, am 1. November 1897, beantragte die Philosophische Fakultät seine Ernennung zum Extraordinarius. Von den nachfolgenden Instanzen jeweils befürwortet, gelangte das Gesuch an das Weimarer Staatsministerium und nach Zustimmung der Ministerien der übrigen Erhalterstaaten forderte dieses am 23. Dezember 1897 die Universität Jena auf, die förmliche Berufung Straubels vorzunehmen. Diese erfolgte am 8. Januar des folgenden Jahres, so dass das Physikalische Institut nun über drei Professoren verfügte. Die Professur war jedoch nicht mit einem Lehrauftrag verbunden, so dass keine Festlegung auf bestimmte Lehrgebiete erfolgte, was Straubels breiten Vorlesungs- und Forschungsinteressen wohl entgegenkam und auch den Intentionen der Fakultät entsprach.

[354] UAJ, M 647, Bl. 32
[355] UAJ, M 647, Bl. 39

3.13 Die Carl-Zeiss-Stiftung

In den vorangegangenen Abschnitten war bereits mehrfach von der Carl-Zeiss-Stiftung und ihrer Unterstützung bei der Schaffung neuer Lehrpositionen bzw. Institute oder bei der Verbesserung der Institutseinrichtungen die Rede gewesen. Mit diesen Maßnahmen hat die Stiftung insbesondere die Entwicklung der Mathematik und der Physik an der Jenaer Universität beeinflusst. Es soll deshalb an dieser Stelle ein kurzer Überblick über die Entstehung dieser Stiftung und deren Wirken gegeben werden.[356] Letzteres kann hier nur soweit erfolgen, als es sich um Maßnahmen handelt, die die Universität, speziell die Mathematik, Physik sowie die Astronomie betrafen. Das gesamte umfangreiche Anliegen der Stiftung, speziell die zahlreichen Leistungen im sozialpolitischen Bereich, auch nur grob zu skizzieren, würde den Rahmen dieser Darstellung sprengen.

Die Carl-Zeiss-Stiftung ist das Werk von E. Abbe. Sie basiert auf Abbes ethischen Vorstellungen, dass der Gewinn, den er als Teilhaber aus den verschiedenen Unternehmen erhielt, der nach der geltenden Rechtsordnung sein Eigentum war und der «ganz wesentlich durch die Zusammenarbeit vieler Personen und mit Hilfe und unter dem Schutz staatlicher Einrichtungen» erwirtschaftet wurde, als «öffentliches Gut» zu betrachten und zu behandeln sei, soweit er über den angemessenen Lohn für die persönliche Tätigkeit hinausging. In diesem Sinne wollte er diesen Gewinn in irgendeiner Form dem öffentlichen Interesse, dem Gemeinwohl dienen lassen, aber zugleich die weitere Entwicklung des Zeiss'schen sowie des Schott'schen Unternehmens fördern und speziell deren enge Verknüpfung mit der Wissenschaft sichern und stärken. Abbe hat dazu sehr vielfältige Aktivitäten hervorgebracht, so dass er teilweise als ein «Vordenker der sozialen Marktwirtschaft»[357] bezeichnet wird und als ein Organisator neuer Formen der späteren Industrieforschung und der industriellen Wissenschaftsförderung gilt. Angesichts seines

[356] Eine detaillierte, viele Originalquellen zitierende Darstellung der Entstehungsgeschichte und des Wirkens der Stiftung hat F. Schomerus gegeben. [Schomerus 1955] Darin ist auch eine Übersicht über die von der Stiftung erbrachten Leistungen bis zum Jahre 1945 enthalten. Für eine moderne überblicksmäßige Behandlung sei auf den Beitrag von Wimmer [Wimmer 2005] und den Artikel von Henkel [Henkel 2002] verwiesen.

[357] Wimmer 2005, S. 64

eigenen Werdeganges und der Entwicklung der Zeiss'schen Werkstätten ist es nicht verwunderlich, dass Abbe der Unterstützung von Physik, Mathematik und Astronomie besondere Aufmerksamkeit schenkte. Andere Wissenschaften bzw. allgemeine universitäre Interessen schloss er jedoch nicht grundsätzlich von der Förderung aus. Es sei daran erinnert, dass der aus sehr einfachen Verhältnissen stammende Abbe in der Zusammenarbeit mit dem Firmenbesitzer Zeiss durch seine wissenschaftliche Durchdringung des Mikroskopbaus entscheidend zum Erfolg des Zeiss'schen Betriebes beigetragen hatte und 1875 Teilhaber des bald rasch wachsenden Unternehmens geworden war. Außerdem war er zu einem Drittel an dem 1885 gegründeten Jenaer Glaswerk Schott & Gen. beteiligt. Dieses Werk entstand durch die Umwandlung der von Abbe, Schott und Zeiss sowie dessen Sohn Roderich (1850 – 1919) eingerichteten «Versuchsstation zur Verbesserung des Glases für wissenschaftliche Zwecke» in ein gewerbliches Unternehmen. Ab diesem Zeitpunkt, also etwa ab der Mitte der 1880er Jahre, war Abbe wirtschaftlich und finanziell soweit abgesichert, dass er an die Realisierung seiner Ziele denken konnte.

Nachdem er 1885 auf sein Gehalt als Professor und als Direktor der Sternwarte verzichtet hatte, richtete er ein Jahr später, am 13. Mai 1886, mit der Unterstützung seines Freundes, des Kurators Eggeling, den «Ministerialfonds für wissenschaftliche Zwecke» ein. Abbe verpflichtete sich,

> «1. [...] jährlich die Summe von 6000 Mark [...] für Zwecke der hiesigen Universität dem Großherzogl. Staatsministerium [...] regelmäßig zur Verfügung zu stellen.
>
> 2. Dieser Betrag hätte zu dienen für *persönliche* und *sachliche* Aufwendungen zur Förderung der Lehrtätigkeit und der wissenschaftlichen Forschung innerhalb des *mathematisch-naturwissenschaftlichen Lehrgebietes* [...]; und zwar für solche Bedürfnisse im Wirkungskreis der Universität, deren Befriedigung wohl als nützlich und wünschenswert, aber nicht für so notwendig und dringlich anerkannt ist, als daß man den Staat dafür aufzukommen verpflichtet halten müßte.»[358]

[358] Schomerus 1955, S. 8; vgl. auch ThHStAW, Staatsmin. Sachsen-Weimar, Dep. des Kultus, 413, Bl. 14v-15.

In weiteren Punkten bestimmte Abbe die Verwendung der Mittel, die Formalitäten der Mittelüberweisungen sowie die Modalitäten der Zahlungen in den folgenden Jahren einschließlich der Verfahrensweise im Falle seines vorzeitigen Ablebens noch genauer. Abschließend forderte er, zu seinen Lebzeiten seine Person als Spender strikt geheim zu halten. Der Großherzog nahm das Angebot an und genehmigte die Begründung des Ministerialfonds. In den ersten Jahren erhielten unter anderem das Botanische, das Mineralogische und das Psychologische Institut sowie die Universitätsbibliothek und die Medizinisch-Naturwissenschaftliche Gesellschaft Zuschüsse aus dem Fonds. Mit Blick auf die Entwicklung der Physik ist die Finanzierung der außerordentlichen Professur für theoretische Physik besonders zu erwähnen.

Abbildung 3.15
Otto Schott, seit 1884 Mitinhaber des Glastechnischen Laboratoriums Schott & Gen. (Aufnahme 1890)

Bereits zwei Jahre später, zum 1. April 1888, erhöhte Abbe den von ihm in den Fonds eingezahlten Betrag auf 10 000 Mark, um ihn im selben Jahr noch auf 20 000 Mark zu steigern. Dabei muss noch berücksichtigt werden, dass Abbe im Jahre 1887 zusätzlich den Ankauf eines Geländes für den Sternwartenneubau finanzierte und das Geld für den Neubau

bereitstellte. Doch er strebte eine noch stärkere Unterstützung der Universität sowie für selbige eine größere Rechtssicherheit an und hatte über den Kurator am 1. November 1887 einen entsprechenden Vorschlag an die Großherzogliche Regierung unterbreitetet. Die Universität Jena sollte nach Abbes Tod dessen Anteile an den Kapitalien der Zeiss'schen Werkstatt und des Glastechnischen Laboratoriums erhalten, ausschließlich einer einmaligen Abfindungssumme für seine Familie. Gleichzeitig hatte die Universität «in alle Rechte und Pflichten [einzutreten], welche nach den bestehenden Gesellschafterverträgen [Abbes] Rechtsnachfolgern» zukam. Bei Abschluss einer entsprechenden Vereinbarung stellte Abbe die Erhöhung seiner Zahlungen an den Ministerialfonds in Aussicht. Hinsichtlich der Verwendung der Mittel hielt er im Wesentlichen an den früheren Bestimmungen fest.

Für die angestrebte Vereinbarung galt ebenfalls das strikte Geheimhaltungsgebot. Kurator Eggeling vermittelte das Angebot an die Weimarer Staatsregierung und ebnete mit zahlreichen Besprechungen den Weg zur Umsetzung der Abbe'schen Pläne. Trotz der Schwierigkeiten, die zu überwinden waren, um den «Schatz, welcher der Universität in Aussicht gestellt ist, [...] zu heben», war doch der Preis nach Eggelings Meinung so groß, dass er die Arbeit freudig in Angriff nehme.[359] Innerhalb eines Monats kamen die Besprechungen zwischen den beiden Regierungsvertretern des Großherzogtums Sachsen-Weimar, dem Leiter des Kultusdepartments Staatsrat Adolf Guyet (1835 – 1891) und dem Regierungsrat Karl Rothe (1848 – 1921), und dem Kurator Eggeling sowie Abbe soweit voran, dass Letzterer sein Angebot in einer Denkschrift vom 4. Dezember 1887 präzisierte. Von den möglichen Wegen, dem Gemeinwohl zu dienen, kamen für Abbe

> «angesichts gegebener persönlicher Umstände und Zeitverhältnisse – [...] nur zwei in Betracht [...]: ausgiebige Fürsorge für das Wohl aller derer, welche zur Gewinnung jener Mittel bisher mitgewirkt haben oder in Zukunft mitwirken werden – und die Förderung der Wissenschaften, auf deren Boden die betreffenden Unternehmungen erwachsen sind, und denen ich [Abbe] zugleich mein eigenes Emporkommen zu verdanken habe.»[360]

[359] ThHStAW, Staatsmin. Sachsen-Weimar, Dep. des Kultus, 413, Bl. 68v; vgl. auch Schomerus 1955, S. 21.

[360] ThHStAW, Staatsmin. Sachsen-Weimar, Dep. des Kultus, 413, Bl. 78; vgl. auch Schomerus 1955, S. 33.

Zur Verwendung der Mittel aus dem Fonds formulierte er

> «1. daß sie verfügbar seien für *alles*, was zur Förderung der *mathematisch-naturwissenschaftlichen* Studien – in Lehrtätigkeit und Forschung – an der hiesigen Universität dient, ohne Beschränkung auf eine bestimmte Fakultät oder auf Zwecke bestimmter Art (also sowohl für Gehalte, wie für laufende oder einmalige sachliche Ausgaben, wie auch für Bauten) – aber mit *vorzugsweiser* Berücksichtigung des *mathematisch-physikalischen* Gebietes;
>
> 2. daß sie jedoch nicht in Anspruch genommen werden dürfen für solche Anforderungen, welche bis dahin aus den ordentlichen Mitteln der beteiligten Staaten bestritten worden sind, oder in Zukunft, nach dem natürlichen Gang der Dinge, jedenfalls aus Staatsmitteln bestritten werden müßten.»[361]

In den angefügten umfangreichen Erläuterungen zu seinem Antrag legte Abbe seine Beweggründe nochmals detailliert dar und erörterte die Stabilität und die Ertragsfähigkeit der beiden Unternehmen, die zukünftige Gestaltung des Gesellschaftsverhältnisses sowie die späteren Aufgaben des Großherzoglichen Staatsministeriums bei der Verwaltung der Unternehmen.

Die Realisierung der Abbe'schen Vorstellungen erwies sich als äußerst schwierig. Er selbst hatte Bedenken, da die Beteiligung der Universität an der Verwaltung eines Industriebetriebes eine ihr wesensfremde Aufgabe darstellte, die Übernahme der Leitungsfunktion durch den Staat zusammen mit den beiden anderen Gesellschaftern [R. Zeiss und O. Schott bzw. deren Rechtsnachfolgern] mit Rücksicht auf die damit verbundene Haftungspflicht und die Erfüllung von Verbindlichkeiten faktisch nicht erfolgen konnte. Die Lösung fand der zu den Besprechungen hinzugezogene Regierungsrat Rothe mit dem Vorschlag, eine Stiftung zu errichten, der der Großherzog die Rechte einer juristischen Person verleihen sollte. Dieser Stiftung könnte Abbe seine Unternehmensanteile vererben und durch einen Vertrag sichern, dass sein Erbe entsprechend seinem Willen verwendet würde. Abbe griff den Vorschlag bereitwillig auf und am 5. März 1888 wurde nach einer Besprechung mit den Regierungsvertretern und dem Kurator ein diesbezüglicher Antrag an den Großherzog formuliert. Obwohl Letzterer noch im gleichen Monat seine

[361] Schomerus 1955, S. 30; vgl. auch ThHStAW, Staatsmin. Sachsen-Weimar, Dep. des Kultus, 413, Bl. 77v.

Zustimmung gab, dauerte es bis zum November, ehe Abbe die Entwürfe für die Stiftungsurkunde und den Erbschaftsvertrag vorlegen konnte. In sechs Konferenzen rangen Abbe, von Eggeling, Guyet und Rothe um die endgültige Formulierung der beiden Dokumente, die als «Ergebniß der langen und schwierigen Verhandlungen» am 5. April 1889 endlich in einem Schlussprotokoll fixiert wurde.[362] Auf dieser Basis genehmigte der Großherzog in der Sitzung des Gesamtministeriums am 10. Mai die Stiftungsurkunde und sagte die Anerkennung derselben als juristische Person zu. Abbe unterzeichnete, nachdem er die Benachrichtigung erhalten hatte, die Stiftungsurkunde einschließlich Erbschaftsvertrag am 19. Mai, gleichzeitig erklärte seine Frau ihr Einverständnis mit den Dokumenten. Zwei Tage später erfolgte die landesherrliche Bestätigung und die Anerkennung als juristische Persönlichkeit, damit war die Carl-Zeiss-Stiftung gegründet.

Neben der schon oben beschriebenen Förderung der Wissenschaft bestimmte der § 1 als Zweck der Stiftung ganz allgemein die «Pflege der Zweige wissenschaftlicher Industrie, welche durch die optische Werkstätte von Carl Zeiss und die Glasschmelzerei der Firma Schott & Gen. unter meiner [Abbes] Mitwirkung in Jena eingebürgert worden sind».[363] Unter den wesentlichen Aufgaben der Stiftung stellte er den Erhalt des von ihm praktizierten Zusammenwirkens von wissenschaftlicher Forschung, technischer Umsetzung der Resultate und moderner kaufmännischer Methoden der Unternehmungsführung an die Spitze. Hinsichtlich der Verwendung der der Universität überwiesenen Stiftungsmittel blieben die früher angeführten Grundsätze bestehen. Diese wurden jedoch im § 15 durch eine Reihe konkreter Maßnahmen ergänzt. Hiervon seien die Begründung und Erhaltung einer Professur für theoretische Physik, einer dritten Professur für Mathematik und – wenn die Erneuerung der Sternwarte abgeschlossen worden sei – einer Professur für Astronomie sowie die Erhaltung, Verbesserung und angemessene Dotierung der Sternwarte hervorgehoben. Die mit dem «Ministerialfonds für wissenschaftliche Zwecke» begonnene Unterstützung der Universität war nun dauerhaft geregelt. Es wurde ein

[362] ThHStAW, Staatsmin. Sachsen-Weimar, Dep. des Kultus, 413, Bl. 124; vgl. auch Schomerus 1955, S. 74 – 75.

[363] ThHStAW, Staatsmin. Sachsen-Weimar, Dep. des Kultus, 413, Bl. 95; vgl. auch Schomerus 1955, S. 79.

entsprechender Stiftungsfonds geschaffen und die Universität verfügte über eine stabile zusätzliche Finanzquelle.

Noch vor Einrichtung der Stiftung war jedoch Carl Zeiss am 3. Dezember 1888 gestorben, so dass die Leitung des Zeiss'schen Unternehmens Abbe und Roderich Zeiss zufiel. Dies erwies sich aus Abbes Sicht schon bald als sehr problematisch, da R. Zeiss in seinen Entscheidungen sehr schwankend war, Absprachen mehrfach wieder in Frage stellte und Abbes Plänen, die sich abzeichnenden Entwicklungsmöglichkeiten für das Werk konsequent zu nutzen, skeptisch bis ablehnend begegnete. Abbe sah in diesem Verhalten auf Dauer eine ernste Gefahr für den Fortbestand des Unternehmens und suchte energisch eine Lösung des Problems. Er sah diese darin, dass nur einer von beiden in Zukunft die Leitung übernehme. Nach anstrengenden Verhandlungen, in denen auch der vollständige Rückzug von R. Zeiss aus dem Unternehmen diskutiert wurde, schied dieser im Dezember 1889 aus der Firmenleitung aus und fungierte fortan als offener, ab 1891 als stiller Gesellschafter.

Abbildung 3.16
Roderich Zeiss, Sohn von C. Zeiss, Miteigentümer der Zeiss-Werke und des Glastechnischen Laboratoriums Schott & Gen.

Beide Unternehmen, die Firma Zeiss sowie Schott & Gen., nahmen in jenen Jahren eine sehr erfolgreiche Entwicklung und vermehrten ihre Kapitalbasis. So positiv dies für die Betriebe wie für die Stiftung war, so sah Abbe doch die Gefahr, dass bei dem von ihm prognostizierten

Fortbestehen dieses Trends die Stiftung nach seinem Ableben gemäß des Erbschaftsvertrages an seine Hinterbliebenen erheblich mehr zahlen müsste als die bisher veranschlagte Summe von 300 000 Mark oder seine vertraglichen Verfügungen gegen geltendes Recht verstoßen würden. Beides könnte die Arbeit der Stiftung sehr erschweren. Um dies zu vermeiden, strebte er ab dem Jahresende 1890 an, die Zeiss'sche Optische Werkstätte und seine Anteile an der Firma Schott & Gen. in das Eigentum der Carl-Zeiss-Stiftung zu überführen. Die Verwaltung der Stiftung hätte dann eine Geschäftsleitung zu organisieren, die unter Mitwirkung eines ständigen Kommissars der Stiftungsverwaltung auch nach Abbes Ausscheiden die Firmenpolitik kontinuierlich fortsetzen würde. Im Januar 1891 erörterte er seinen Plan mehrfach mit seinem Freund Eggeling und den Regierungsvertretern Guyet und Rothe. Bereits am 4. Februar erhielt Abbe die Genehmigung des Großherzogs, mit R. Zeiss darüber zu verhandeln, dass dieser sich vollständig aus den beiden Firmen zurückzieht und seine Anteile der Stiftung überträgt. Letzteres war der schwierigste, jedoch unumgängliche Teil von Abbes Plan. Obwohl R. Zeiss rasch Abbes Anliegen wohlwollend aufnahm, folgten Monate intensiver und schwieriger Verhandlungen. Zeiss hatte unter den verschiedenen von Abbe offerierten Versionen der Abfindungsmodalitäten genau jene gewählt, die keine Zustimmung im Ministerium fand. In zähem Ringen schaffte es Abbe, einen für beide Seiten annehmbaren Kompromiss zu erzielen und am 18. bzw. 20. Juni 1891 unterzeichneten Abbe bzw. R. Zeiss die Verträge mit dem Großherzoglichen Staatsministerium.[364]

Die Stiftung verfügte damit rückwirkend zum 1. Oktober 1890 über die Optische Werkstätte von Carl Zeiss und zu 50 % über das Glastechnische Laboratorium von Schott & Gen. Nachdrücklich sei noch auf den großen Anteil von Otto Schott am Zustandekommen des Vertragswerks hingewiesen, musste er doch allen Festlegungen hinsichtlich des Glastechnischen Laboratoriums zustimmen. Nur mit seinem Einverständnis war es möglich, dass R. Zeiss aus der Firma ausschied und Abbe seine Geschäftsanteile am Glaswerk an die Stiftung abtrat. Außerdem dürften der Verzicht Schotts auf sein Kündigungsrecht bezüglich der Zusammenarbeit mit der Stiftung und die der Stiftung zugesicherte Berechtigung, nach seinem Tod seine Anteile an der Firma übernehmen

[364] Schomerus 1955, S. 167 – 176; vgl. auch ThHStAW, Staatsmin. Sachsen-Weimar, Dep. des Kultus, 415, Bl. 13 – 20.

zu können, die Annahme des Vertragswerks seitens der Weimarer Regierung beträchtlich erleichtert haben. Die Kapitalbasis der Stiftung abzüglich der in den Verträgen festgelegten Verbindlichkeiten wurde in einer von Abbe vorgenommen Abschätzung für diesen Zeitpunkt auf über 300 000 Mark beziffert. Die Rahmenbedingungen für die Stiftung hatten sich damit grundlegend geändert.

Ausgehend von dieser neuen Basis äußerte Abbe in zwei Schreiben vom 21. bzw. 23. Juni seine Vorstellungen und Wünsche zur Regelung seines persönlichen Verhältnisses zur Stiftung, zur Organisation und zur Geschäftsleitung der Firma Zeiss, zu den Grundsätzen der künftig in beiden Unternehmen zu verfolgenden Geschäftspolitik und zum Entwurf eines neuen Statuts für die Carl-Zeiss-Stiftung. In dem Statut war insbesondere das Verhältnis der Stiftung zur Universität neu zu bestimmen. Mit Datum vom 30. Juni bzw. 1. Juli berichteten der Kurator Eggeling und das Weimarer Staatsministerium ausführlich an die Universität Jena und die Regierungen der anderen Erhalterstaaten über die Errichtung der Carl-Zeiss-Stiftung. Die Herzoglichen Regierungen beantworteten diese Mitteilungen mit freudigem Dankschreiben und beauftragten Eggeling, Abbe den herzlichsten Dank und Anerkennung für diese großherzige Tat auszusprechen.

Die Neufassung der Statuten beschäftigte Abbe noch mehrere Jahre. Speziell die rasche Entwicklung der beiden Firmen und die sich ändernde Finanzlage veranlassten ihn, die Bearbeitung noch einige Zeit zu verschieben. Das 50jährige Bestehen der Zeiss'schen Werkstätte im Jahre 1896 bildete für ihn aber einen willkommenen Anlass für das Inkrafttreten des neuen Statuts. Vor allem Dank der Unterstützung und Vermittlung des Regierungsrats Rothe konnte Abbe an mehreren sozialpolitischen Bestimmungen seines im Mai eingereichten Entwurfs festhalten. Am 30. Juni genehmigte der Großherzog die überarbeitete Fassung der Statuten.

Zu diesem Zeitpunkt betrug das Vermögen der Stiftung (abzüglich der Obligationsschulden) weit mehr als eineinhalb Million Mark. In den folgenden Jahren erhöhte sich das Vermögen der Stiftung weiterhin stark, zum 1. Oktober 1900 betrug es rund 5,4 Millionen Mark.[365] Die stürmische Entwicklung der beiden Unternehmen verdeutlicht

[365] ThStAAbg, Gesamtministerium, 1539, unpaginiert, Geschäftsbericht der Carl-Zeiss-Stiftung für Oktober 1899 bis Oktober 1900

beispielsweise die Tatsache, dass sich die Zahl der Beschäftigten in der Zeiss'schen Werkstätte von 1891 bis 1900 auf über Tausend verdoppelte. Angesichts dieser gewachsenen ökonomischen Basis konnte die Stiftung ihre Leistungen ebenfalls erweitern. Die Zuweisungen zu dem Universitätsfonds, der an die Stelle des ursprünglichen Ministerialfonds für wissenschaftliche Zwecke getreten war, erhöhten sich (ohne die außerordentlichen Zuwendungen) ab Oktober 1895 auf jährlich 40 000 Mark und verdoppelten sich nochmals vier Jahre später. Die Förderung konnte nun auch über den mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich hinausgehen und Lehrfächer und Zwecke berücksichtigen, die dem Wohle der Universität im Ganzen dienten.

Wie schon bei der engen Verzahnung von universitärer und Industrieforschung machte Abbe mit seinem Engagement in der Carl-Zeiss-Stiftung die Verantwortung der Industrie für die Wissenschaftsförderung deutlich und zeigte zugleich den Nutzen auf, den beide Seiten aus diesen Aktivitäten ziehen konnten.

4 Das Vorlesungsangebot in Mathematik, Physik und Astronomie in Jena

Zunächst folgt ein Überblick über die Lehre von Mathematik, Astronomie und Physik im Untersuchungszeitraum, wobei der Unterricht in mathematischer und theoretischer Physik sowie in Mechanik hier ausgeklammert und, dem Untersuchungsgegenstand angemessen, in einem separaten Abschnitt (4.2) analysiert wird. Als Quelle zur Ermittlung der Vorlesungen dienten für die Vorlesungen bis 1854 die diesbezügliche Abhandlung von Neuper und danach die Vorlesungsverzeichnisse der Universität Jena.[366] Im Anschluss erfolgt ein kurzer Vergleich des Jenenser Lehrangebots mit dem der Nachbaruniversitäten Halle-Wittenberg und Leipzig. Abschließend werden einige Gesellschaften, die die Lehre in Physik und Mathematik durch Übungen unterstützten und manchmal als Vorläufer zu Seminar- bzw. Institutsgründungen zu sehen sind, genannt und deren Organisation und Wirken soweit als möglich dargestellt. Die Tabelle am Ende der Monographie gibt einen zeitlich gegliederten Überblick über die in der Lehre der Mathematik, Astronomie und Physik engagierten Dozenten in Jena.

4.1 Ein Überblick

An der Salana gab es während des 19. Jahrhunderts vergleichsweise viele Vorlesungen, von denen zu vermuten ist, dass sie die mathe-

[366] In Einzelfällen wurden einige Abweichungen zwischen [Neuper 2003] und den Angaben im *Intelligenzblatt der Jenaischen Allgemeinen Literatur-Zeitung* festgestellt, auf welchen Neupers Abhandlung eigentlich beruht, da die Vorlesungsverzeichnisse aus dieser Zeit teilweise nicht mehr zugänglich sind. Eine systematische Überprüfung der dortigen Angaben konnte jedoch im Rahmen dieser Studie nicht geleistet werden.

matisch-physikalischen Grundlagen oder Methoden anderer Fächer, wie beispielsweise der (physikalischen) Chemie, der Pharmazie, der Landwirtschaft oder der Staatswissenschaft, erörterten.[367] Diese wurden im Folgenden nicht berücksichtigt, weil davon auszugehen ist, dass sie nur gerade soviel an mathematischen und/oder physikalischen Konzepten einführten, wie für das Fachgebiet notwendig war. Letzteres war in der Regel im 19. Jahrhundert noch nicht allzu umfangreich und anspruchsvoll.

4.1.1 Mathematik

In der Lehre der Mathematik wurden von 1816 bis zur Jahrhundertmitte im Wesentlichen nur sehr allgemein gehaltene Vorlesungen angeboten. Dazu gehörten solche zur Geometrie, beispielsweise zur höheren oder analytischen Geometrie, zur Trigonometrie und Stereometrie bzw. Goniometrie, sowie zur Analysis, beispielsweise zur Analysis des Endlichen bzw. Unendlichen oder zur Differential- und Integralrechnung. Die Algebra und die Arithmetik traten eher selten als eigenständiger Inhalt von Veranstaltungen in Erscheinung, meist wurden sie in Kombination mit anderen Gebieten gelehrt. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung wurde kaum gelesen.[368] Elementare, reine und höhere Mathematik gehörten dagegen zum regelmäßigen Vorlesungsangebot in Jena.

Die Dozenten wechselten sich in der Regel in der Lehre der unterschiedlichen Themen ab. Am Beginn des Untersuchungszeitraums waren dies Voigt, Münchow, Werneburg, Posselt und Wahl. Nach dem Tod von Voigt und dem Ausscheiden von Werneburg lehrten zunächst Fries und Wahl Mathematik. In den 1830er Jahren übernahmen nach Wahls Weggang Mirbt und Schüler, später auch Temler und Schrön Vorlesungen. Das Angebot erhöhte sich dadurch auf etwa acht Vorlesungen pro Semester, allerdings blieb das Themenspektrum weiterhin gering – manchmal wurde dieselbe Vorlesung von verschiedenen Dozenten parallel angeboten, beispielsweise von Sommersemester 1835

[367] In der Landwirtschaft betraf dies vor allem das Gebiet der Maschinenkunde, in den Staatswissenschaften u. a. das statistische Erfassen von Daten und die bürgerliche Baukunst.

[368] Werneburg (SS 1819), Fries (SS 1824, WS 1824/25) und Schlömilch (SS 1846) hielten bis 1850 die einzigen Vorlesungen zu diesem Gebiet. Zeitweise wurde diese auch von einem Nationalökonomen übernommen.

bis Sommersemester 1837 die reine Mathematik von Schrön, Temler und Mirbt. Anfang der 1840er Jahre lehrten Fries, Schrön und Apelt. Nach dem Tod von Fries übernahmen dann Schlömilch und Snell zusammen mit Schrön die mathematische Ausbildung.

Kurse zur angewandten Mathematik ergänzten das Vorlesungsprogramm zur reinen Mathematik bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts. Voigt, Werneburg, Wahl und Fries boten dazu gleichnamige Veranstaltungen bis in die 1840er Jahre an. Hinzu traten speziellere Vorlesungen zur angewandten Goniometrie und Trigonometrie sowie zur praktischen Geometrie und gelegentlich auch zum Nivellieren oder zur Feldmesskunst. Voigt offerierte bis Frühjahr 1824 reine Mathematik in Verbindung mit Geodäsie. Auch der Hofmechaniker Körner hielt einen etwas spezielleren Kurs dazu im Wintersemester 1820/21. Um 1820 kündigten Werneburg und Wahl einige Vorlesungen zur bürgerlichen Baukunst an.[369] Zu derselben Zeit las Werneburg zur Theorie der Musik.[370] Inwiefern diese beiden letztgenannten Veranstaltungen auch mathematische Elemente beinhalteten, muss allerdings offen bleiben. Außerdem hielt Schrön ab Ende der 1830er Jahre regelmäßig Vorlesungen und Praktika bzw. Übungen zur Arithmetik in Bezug auf die Anforderungen der Stöchiometrie vor allem für den Bereich der Pharmazie. Snell bot zweimal Stöchiometrie an, hielt aber sonst keine Veranstaltungen zur angewandten Mathematik ab. Hinzu traten noch einige auf Maschinentechnik ausgerichtete Kurse, auf die hier nicht weiter eingegangen werden kann. Damit zeigt sich die Vielfalt der Anwendungsbezüge der Mathematik. Besonders zu bemerken ist auch die starke Repräsentanz der Chemie in Jena.

Gerade in den ersten zwei Jahrzehnten des Untersuchungszeitraums richteten einige Dozenten ihre Vorlesungen an Lehrbüchern – zum Teil ihren eigenen – aus. Dies war damals durchaus üblich. Werneburg kündigte angewandte Mathematik «nach Poppe» an, womit wahrscheinlich der zweite Band des *Lehrbuch[s] der reinen und angewandten Mathematik* von Johann Heinrich Moritz Poppe (1776 – 1854) gemeint

[369] Vereinzelt wurde die Thematik auch später von Schüler (WS 1833/34), Thon (WS 1837/38) und Schrön (WS 1840/41) aufgegriffen.

[370] WS 1819/20, SS 1820, SS 1821. Die wissenschaftlichen Grundlagen der Musik wurden Ende des 19. Jahrhunderts von dem Physiker Auerbach für Studierende aller Fachrichtungen nochmals angekündigt.

war.[371] Münchow und Wahl orientierten ihre Veranstaltungen zur reinen, angewandten oder mechanischen Mathematik an Lehrbüchern von Johann Friedrich Lorenz (1738 – 1807).[372] Lorenz' *Grundriß der reinen und angewandten Mathematik* bestand aus je zwei Kursen. Der erste Kurs zur reinen Mathematik war elementar, der diesbezügliche zweite Kurs (erschienen als Supplement) beinhaltete bereits höhere Mathematik. Im letzteren behandelte Lorenz unter anderem Buchstabenrechnung, Logarithmen, Hindenburgs Kombinationslehre, Algebra, Anwendungen der Algebra und Analysis auf die Geometrie, erste Begriffe von Funktionen, Kegelschnitte sowie ebene und sphärische Trigonometrie. In seinem ersten Kurs zur angewandten Mathematik, der als Teil 2 des Gesamtwerks erschien, gab er eine Einführung in die mechanischen Wissenschaften (Statik, Hydrostatik, Aerostatik, Dynamik, Hydrodynamik, Aerodynamik), die optischen (Optik, Katoptrik, Dioptrik) und die astronomischen (Astronomie, Geographie, Gnomonik, Chronologie). Allerdings griff er bei seiner Darstellung nur auf Elementarmathematik, wie sie in seinem ersten Kurs zur reinen Mathematik entwickelt wurde, zurück. Der zweite Kurs zur angewandten Mathematik, der nach Lorenz' Tod von Johann Friedrich Pfaff (1785 – 1825) dem Druck übergeben wurde und wiederum als Teil 2 des Supplements erschien, beinhaltete Ergänzungen zum ersten Kurs der angewandten Mathematik.

Werneburg[373] und Wahl kündigten Veranstaltungen zur Geometrie und Trigonometrie sowie zur reinen Mathematik mit Hinweis auf Ferdinand Schweins (1780 – 1856) an.[374] Für ihre Vorlesungen zur Algebra, Analysis und reinen Mathematik nutzten Werneburg und Wahl auch Lehrbücher von Bernhard Friedrich Thibaut (1775 – 1832).[375] Ab dem Sommersemester 1819 zog Werneburg sein eigenes Lehrbuch zur Arithmetik heran für eine Vorlesung zur Arithmetik und Algebra.[376] Im Wintersemester 1824/25 orientierte er sich dann in seinem Kursus

[371] Poppe 1815

[372] Wahrscheinlich bezogen sie sich auf [Lorenz 1816].

[373] Anscheinend ist [Neuper 2003] in den Tabellen zu den Sommersemestern 1820 und 1821 ein kleiner Fehler unterlaufen. Aufgrund der Angaben im *Intelligenzblatt der Jenaischen Allgemeinen Literatur-Zeitung* wurden Werneburg die Vorlesungen nach Schweins zugeordnet – und nicht Posselt, wie in [Neuper 2003].

[374] Vermutlich richteten sie diese nach [Schweins 1808] und [Schweins 1810] aus.

[375] Es handelt sich dabei vermutlich um [Thibaut 1809] und [Thibaut 1818].

[376] Werneburg 1819

zur reinen Mathematik an seinem Lehrbuch und an dem von Schweins. Für eine Vorlesung zur Analysis und höheren Geometrie verwies er auf Johann Tobias Mayer (1752 – 1830).[377] Mayers zweibändiges Werk *Vollständiger Lehrbegriff der höheren Analysis* war eines der ersten Lehrbücher in deutscher Sprache, welches dem Leser einen umfangreichen Einblick in die höheren Gebiete der Differential- und Integralrechnung bot. Mayer hielt es für grundlegend für einen weiterführenden Kurs zur Variationsrechnung. Es war ein durchaus anspruchsvolles Lehrbuch, das einen gründlichen und zeitgemäßen Unterricht ermöglichte – falls Werneburg sich tatsächlich an diesem Buch orientierte. Temler lehrte im Sommersemester 1837 reine Mathematik nach einer im Jahr zuvor erschienenen Publikation von Georg Karl Justus Ulrich (1798 – 1879).[378]

Insgesamt wurde das Studium der höheren Mathematik Mitte der 1820er Jahre jedoch nur von wenigen Studenten in Jena ernsthaft betrieben, wie einer von diesen, der bereits mehrfach erwähnte, spätere Gymnasialprofessor Kunze 1827 bemerkte:

> «Obgleich ich hier [in Jena] ein paar treffliche Lehrer fand, die als Zierden der hiesigen Universität sich mit liebevoller Menschlichkeit meiner annahmen: so ist doch die Sphäre ihrer Wirksamkeit durch die äußerst geringe Zahl derer, die der Mathematik obliegen, sehr beschränkt; indem nur zu den Vorträgen der Anfangsgründe sich eine hinlängliche Zahl Zuhörer findet und daher für denjenigen, der tiefer in diese Wißenschaft eindringen will, sich keine Gelegenheit zu weitren Fortschritten darbietet. Es wäre daher mein sehnlichster Wunsch, bevorstehenden Ostern die Universität zu wechseln, um in Göttingen, wo die Mathematik so sehr in Flor ist, mich weiter zu vervollkommnen.»[379]

Um die Mitte des 19. Jahrhunderts konnten die Studierenden – abgesehen von den eher elementar-mathematischen Vorlesungen – in vier Semestern Differential- und Integralrechnung sowie deren Anwendung auf die Geometrie (und Mechanik), analytische Geometrie, algebraische Analysis und ebene und sphärische Trigonometrie bei Snell und Schaeffer hören. Damit war zumindest eine Grundausbildung in

[377] Es könnte sich dabei um [Mayer 1818] sowie vielleicht auch um [Mayer 1802], bzw. eine aktuellere Auflage davon, handeln.

[378] Ulrich 1836

[379] Hauschild 1980, S. 419 f. Kunze wurde 1843 als möglicher Nachfolger von Fries genannt, vgl. Abschnitt 3.4.

Mathematik gewährleistet. Abbe, der eine derartige Vorlesung besucht hatte, konstatierte «einen deutlichen Vorzug» Jenas in Folge von deren Wirken in einer Gedächtnisrede auf Schaeffer im Jahr 1900 und

> «einen bemerkbaren Vorsprung vor den meisten deutschen Universitäten, vielleicht vor allen, [...] in *diesem* Punkte: Ebenung der Zugangswege, Erschließung der Eingangspforten zum Studium der mathematischen und physikalischen Wissenschaften.»[380]

Damit hob er das didaktische Geschick von Snell und Schaeffer hervor. Der Letztgenannte zählte zu den beliebtesten Hochschullehrern. Erstaunlicherweise gehörte die analytische Mechanik zu dieser Zeit noch nicht zum festen Bestandteil der Jenenser Lehre, sondern etablierte sich dort erst am Ende der 1850er Jahre (vgl. Abschnitt 4.2, insbesondere Diagramm 4.1 auf S. 164).

Das Lehrangebot zur Mathematik differenzierte sich erst Mitte der 1860er Jahre aus, als Abbe als zusätzlicher Dozent gewonnen werden konnte. Schaeffer vertrat hauptsächlich die niedere Mathematik und bot Übungen und Repetitorien an,[381] Snell und Abbe teilten sich die Kurse zur höheren Mathematik. Diese stimmten sie miteinander im gegenseitigen Einverständnis ab, wobei Abbe in seinen Vorlesungen an die von Snell anküpfte, so dass teilweise zweizügige Kurse entstanden.[382] Zu dieser Zeit traten eine Reihe stärker spezialisierter Vorlesungen hinzu. Vereinzelt fanden sich solche zwar schon früher, insbesondere war Schlömilch dafür verantwortlich, regelmäßig kündigte sie jedoch erst Abbe an. Zu Letzteren zählen beispielsweise solche zur Theorie elliptischer Funktionen, zu bestimmten Integralen, zur Zahlentheorie, zur Funktionentheorie, zur Mechanik fester Körper und nicht starrer Systeme. Allerdings konnte pro Semester in der Regel nicht mehr als eine der Abbe'schen Spezialvorlesungen belegt werden, da Abbe zusätzlich die Physik vertrat. Gelegentlich trug auch Snell zur Differenzierung bei, etwa durch seine Vorlesungen zur Theorie komplexer Zahlen in der Geometrie. Ab Mitte der 1870er Jahre unterstützten Frege und – für kurze Zeit auch –

[380] Abbe 1904, Bd. 2, S. 346

[381] Vgl. Abschnitt 4.4.

[382] Eine solche Arbeitsteilung, wie sie Snell in einem Schreiben an den Kurator 1875 beschreibt (vgl. Kreiser 2001, S. 371), lässt sich mit Ausnahme der analytischen Mechanik (vgl. Abschnitt 4.2.2, insbesondere Fußnote 422) anhand des Vorlesungsverzeichnisses nicht verifizieren.

Langer die Jenenser Dozenten Snell, Schrön, Schaeffer und Abbe im mathematischen Unterricht. Zu dieser Zeit war Snell krankheitsbedingt bereits häufig verhindert zu lesen (vgl. S. 91), so dass die entstandene Lücke durch den Einsatz der Privatdozenten ausgeglichen werden musste. Langer, der nur vier Semester in Jena tätig war, hielt Kurse zu speziellen Gebieten der Analysis, etwa zu bestimmten Integralen (und Fourierschen Reihen), Differentialgleichungen und Kugelfunktionen, aber auch eine Vorlesung zur Wahrscheinlichkeitsrechnung. Frege übernahm zunächst Vorlesungen zur analytischen Geometrie, später traten solche zur Funktionentheorie (Theorie der Funktionen komplexer Variablen, abelsche Integrale, bestimmte Integrale) sowie über seine Begriffsschrift hinzu.

Ab der Mitte des 19. Jahrhunderts trug keine Vorlesung mehr den Titel «Angewandte Mathematik». Allerdings wurde bis 1875 von Schrön und auch von Schaeffer noch relativ regelmäßig praktische Geometrie angekündigt, und damit war die angewandte Mathematik im weiteren Sinne in der Lehre vertreten. Der Fächerkanon, der noch zu Beginn des Jahrhunderts nach Ansicht von Lorenz die angewandte Mathematik ausmachte, also die Mechanik, Optik und Astronomie (inklusive der Geographie), hatte sich in eigenständige, umfangreiche Teilgebiete ausdifferenziert, die häufig separat gelehrt, eher der Physik als der Mathematik zugerechnet wurden und sich allmählich institutionalisierten.[383]

Einen gewissen Tiefstand erreichte der mathematische Unterricht, als im Wintersemester 1878/79 nur drei Vorlesungen angekündigt wurden: zwei von Schaeffer und eine von Frege. Snell und Abbe lasen zur Physik, Schrön war 1875 verstorben. Mit der Berufung Thomaes als Ordinarius allein für Mathematik im Jahr 1879, der Einrichtung eines Mathematischen Seminars unter dessen Leitung und dem Aufbau einer mathematischen Fachbibliothek verbesserten sich die Lehrbedingungen für Mathematik an der Salana deutlich. An der Arbeit im Mathematischen Seminar beteiligte sich auch Frege.[384] Während Thomae die Seminarveranstaltungen im Wintersemester leitete, übernahm Frege dies

[383] Lorenz 1816, Erster Cursus, Theil 2. Vgl. dazu auch Abschnitt 4.2.

[384] Snell bot nur zweimal, in den Sommersemestern 1880 und 1881, eine Veranstaltung zur Methodik des mathematischen Unterrichts in Verbindung mit Übungen im Mathematischen Seminar an.

in den Sommersemestern, wobei diese strikte Trennung zwischen dem Engagement der beiden Hochschullehrer sehr ungewöhnlich ist. Die Teilnehmerzahlen schwankten in den ersten Jahren zwischen 5 und 15.[385] Das Seminar richtete sich an in ihren Studien fortgeschrittene Studenten höherer Semester, wobei Thomae teilweise nochmals entsprechend des Leistungsvermögens Kurse für Jüngere und Kurse für Ältere unterschied. Das Hauptziel der Seminaraktivitäten bestand in der Heranführung der Studierenden an die selbständige Beschäftigung mit einem mathematischen Thema, was aber in einigen Fällen nicht ausschloss, dass die Kurse den Charakter von Übungen annahmen. Das Lehrangebot wurde insgesamt reichhaltiger und an den üblichen Standard herangeführt. Thomae beschrieb in einem Brief an Ferdinand Lindemann (1852 – 1939) im Dezember 1879 die unterschiedlichen Haltungen zur Lehre der Jenenser Mathematiker folgendermaßen:

> «Jeden Sonntag abend sind bei ihm [Abbe] eine größere oder kleinere Zahl von Leuten versammelt. Mathematisch nehmen wir aber wesentlich verschiedene Standpunkte ein, auch in principiellen Dingen. Snell spricht gar nicht von math. Dingen, sondern ist jetzt Philosoph. Seine Vorlesungen sollen beliebt gewesen sein. Schäffer [sic!] ist ganz und gar Schulmeister, aber als solcher sehr nützlich. Er paukt die Differentialrechnung ein. Man giebt hier, wie man sagt, ungeheuer viel auf dh[sic!] *Begriffe*, unter Snells Einfluss, und kommt so sehr langsam vorwärts. Für Mechanik sind 3 Semester nothwendig. Natürlich kommt man nicht bis zum dritten Semester, sondern bricht mit dem zweiten ab.»[386]

Die Grundvorlesungen zur Analysis und Geometrie deckten ab 1879 Thomae, Schaeffer und Frege ab. Daneben offerierten sie diverse Spezialvorlesungen, unterstützt von Piltz (von 1884 bis 1897) und, nur noch gelegentlich, von Abbe. Die Spezialvorlesungen betrafen Gebiete aus der Geometrie, Zahlentheorie, Funktionentheorie, Algebra, Logik, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Mechanik und angewandten Mathematik

[385] Nach Eccarius sollen die Seminare von Thomae und Frege in ihrem Charakter völlig verschieden gewesen sein. Als Folge haben nur wenige Studenten in beiden Semestern eines Studienjahres die Veranstaltungen im Seminar besucht (Eccarius 1986, Bd. 1, S. 167).

[386] Schreiben Thomaes an von Lindemann vom 30. Dezember 1879, zitiert nach [Dathe 1997], S. 101 f., Hervorhebung im Original

sowie auch aus der Didaktik[387] der Mathematik. Die Anzahl der Spezialvorlesungen stieg bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes stark an: von durchschnittlich zwei auf vier pro Semester – allerdings sank die Anzahl in den Jahren 1897 bis 1899, also nach dem Ausscheiden von Piltz bis zur Einstellung von Gutzmer.

Frege und Thomae boten regelmäßig und meist abwechselnd Übungen an, zum Teil im Rahmen des Mathematischen Seminars, zum Teil mit Bezug auf bestimmte Vorlesungen oder Themen.[388] Damit führten sie die Übungen von Schaeffer fort. Ab und an beteiligten sich auch Abbe und Piltz an der Durchführung von Übungen und ab 1899 Gutzmer. Gelegentlich kündigte Thomae auch Repetitorien an. Erst in den letzten zwei Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts etablierte sich also an der Universität Jena ein durchaus zeitgemäßer mathematischer Unterricht mit einem breiteren Lehrangebot und regelmäßigen Übungen trotz der bescheidenen personellen Ausstattung des Seminars.

Wissenschaftshistorische Vorlesungen waren äußerst selten. Schlömilch führte im Wintersemester 1846/47 eine Veranstaltung zur Geschichte der reinen und angewandten Mathematik durch.

4.1.2 Astronomie

Die Astronomie wurde in der Lehre bis 1821 von Voigt vertreten, der dabei sein Handbuch zur Kosmographie als Grundlage wählte.[389] Voigt versuchte in seinem Handbuch einen Brückenschlag zwischen der Darstellung in astronomischen Lehrbüchern und den «mechanischen Gebrauchsanweisungen» für die Benutzung von Himmels- und Erdgloben.[390] Er setzte einfache geometrische Kenntnisse voraus und stellte seinem Werk eine systematische Erklärung und Entwicklung der astronomischen Begriffe voran. Eine tiefergehende mathematische Erfassung der Theorie fand darin jedoch nicht statt. Posselt lehrte in den Sommersemestern von 1821 bis 1823 zur Astronomie. Dann übernahm Fries das Gebiet, der allerdings bis Mitte der 1830er Jahre nur etwa

[387] Veranstaltungen zur Didaktik der Mathematik wurden zwischen 1880 und 1884 von Snell und dem Pädagogen Heinrich Stoy (1846 – 1905) angeboten.

[388] Zu den Übungen im Mathematischen Seminar vgl. [Göpfert 2002], Abschnitt 2.6.6 und Anhang 2 sowie, mit Blick auf Freges Wirken, [Kreiser 2001], Abschnitt 4.1.

[389] Voigt 1810

[390] Voigt 1810, S. V

alle zwei Jahre eine Vorlesung anbot und dies immer zusammen mit (physischer, einmal auch mit mathematischer) Geographie. Im Anschluss kündigte Schrön bis zum Wintersemester 1875/76 jedes Semester praktische sowie populäre Astronomie zunächst im Wechsel, später meist parallel an. Unterstützt wurde er dabei gelegentlich durch Apelt, Snell und Schaeffer. Nach Schröns Tod übernahmen Abbe und Schaeffer den Unterricht in Astronomie. Schaeffer lehrte regelmäßig zur populären Astronomie. Abbe gab Anleitungen zu astronomischen Beobachtungen, trug zur Theorie der astronomischen Instrumente vor und veranstaltete astronomische Übungen bzw. Praktika. Die populäre Astronomie wurde nur selten von Knopf gelehrt. Dieser bot gelegentlich Veranstaltungen zur Zeit- und Ortsbestimmung mit praktischen Übungen an – ein Thema, das auch Abbe gelehrt hatte. Er vertrat in der Lehre jedoch stärker die mathematisch-theoretische Seite der Astronomie.

Die theoretische Astronomie war anfangs nur sehr selten Gegenstand der Lehre. Posselt[391] trug in den Sommersemestern 1820 und 1821 die Anfangsgründe der theoretischen Astronomie vor. Schrön ergänzte ab 1850 regelmäßig einmal im Jahr die praktische Astronomie durch einen theoretischen Teil. Erst ab 1893 wurden von Knopf Veranstaltungen zur Berechnung von Planeten- und Kometenbahnen, zur Mechanik des Himmels, zur sphärischen Astronomie, zur Störungs- und Interpolationstheorie abgehalten.

Der astronomische Unterricht in Jena war also trotz der zeitweise schlechten Beobachtungsbedingungen überwiegend praktischer Natur. Hierin unterschied sich die Salana deutlich von der Hallenser Universität. Die dortige Sternwarte wies ähnlich schlechte Standortbedingungen auf und war zudem wesentlich schlechter ausgestattet. Der dortige Astronom August Rosenberger (1800 – 1890) konzentrierte sich in der Lehre daher auf die mathematischen und theoretischen Teile der Astronomie.[392]

Die Geschichte der Astronomie wurde nur ausnahmsweise gelehrt: Münchow kündigte sie im Wintersemester 1816/17 in Bezug auf die Mythologie der Ägypter an, Knopf las sie im Sommersemester 1899.

[391] Aufgrund von Nachrecherchen im *Intelligenzblatt der Jenaischen Allgemeinen Literatur-Zeitung* wurde ermittelt, dass Posselt diese Vorlesung anbot anstelle der in [Neuper 2003] genannten Körner und Werneburg, vgl. Fußnote 366.

[392] Schlote/Schneider 2009a, Kap. 6

4.1.3 Physik

Die Physik – in erster Linie die Experimentalphysik – wurde die ersten Jahrzehnte des Untersuchungszeitraums vor allem von Voigt, Fries, G. Suckow, Snell und Schaeffer sowie von E. E. Schmid gelesen und regelmäßig angeboten.[393] Dabei verbanden einige die Experimental- mit der theoretischen Physik. Beispielsweise las Voigt[394] jedes Semester «Theoretische und Experimental-Physik nach Mayer». Vermutlich bezog er sich auf Mayers Werk *Die Anfangsgründe der Naturlehre*.[395] Mayers Lehrbuch, das explizit für Vorlesungszwecke konzipiert war, konzentrierte sich auf die Experimentalphysik. Diese zog Mayer offensichtlich den philosophischen und mathematischen Ansätzen zur Naturerklärung vor:

> «Von dem Geiste der Experimental-Untersuchung, der jetzt unsere Physiker belebt, erwarte ich [Mayer] mehr, als von den trocknen Speculationen, die man jetzt so gern der Physik aufdringen möchte. Ich habe deswegen auch von vielen philosophisch seyn sollenden Ansichten der Naturdinge keinen Gebrauch machen können [...]. Ob wir denn jetzt bessere physische Romane haben als die geistlosen, welche fast alle von Mathematikern herrühren sollen?»[396]

Nichtsdestotrotz setzte er seinem Lehrbuch eine erkenntnistheoretische Einleitung voran und beendete es mit einem vertiefenden, stärker mathematisch durchdrungenen Kapitel zur Optik, in dem u. a. Spiegelung und Brechung behandelt wurden. Mayer schien aber diese mathematischen Teile nicht der Physik, sondern eher der angewandten Mathematik zuzurechnen.[397] Wenn sich Voigt an Mayers Vorgaben orientierte, dann enthielten seine Vorlesungen kaum Mathematik, geschweige denn mathematisch-physikalische Theoriegebäude.

Mitte der 1830er Jahre kündigte Suckow ebenfalls Vorlesungen zur theoretischen und Experimentalphysik an. Allerdings verwies er nicht

[393] Döbereiners Assistent Osann hielt zwischen 1821 und 1823 ebenfalls einige Vorlesungen zur Experimentalphysik in Verbindung mit theoretischer Chemie.

[394] Die Auswertung des *Intelligenzblatt[s] der Jenaischen Allgemeinen Literatur-Zeitung* ergab, dass Voigt diese Vorlesungen auch in den Sommersemestern 1820 und 1821 ankündigte und nicht der in [Neuper 2003] genannte Lenz, vgl. Fußnote 366.

[395] Vermutlich bezog er sich auf eine neuere Auflage von [Mayer 1801].

[396] Mayer 1801, S. VII f.

[397] Mayer 1801, S. VII

auf die Arbeit von Mayer, sondern in der Regel auf sein eigenes Lehrbuch *System der Physik*.[398] Dagegen lehrte Fries seit seiner Berufung zum Professor für Mathematik und Physik regelmäßig Experimentalphysik. Neben Fries traten auch Suckow und Schmid mit diesbezüglichen Vorlesungen hervor.[399] Einige der Vorlesungen zur Experimentalphysik wurden parallel angeboten. Dies könnte auf unterschiedliche Schwerpunktsetzung bzw. verschiedenes Zielpublikum zurückzuführen sein.[400] Nach dem Tod von Fries wurden die Experimentalphysikvorlesungen zunächst im Wesentlichen von Snell und Schaeffer übernommen, die meist abwechselnd vortrugen. Eine Nachschrift einer Vorlesung von Snell aus dem Wintersemester 1863/64 zeigt, dass darin nur einfache Mathematik, insbesondere keine Infinitesimalrechnung, zur Anwendung kam.[401] Schaeffers Experimentalphysik charakterisierte Snell in einem Schreiben an den Kurator Moritz Seebeck aus dem Jahr 1875 als für ein großes Publikum angelegt, «bei welcher von einer mathematischen Begründung teils gar kein Gebrauch, teils nur ein sehr beschränkter gemacht werden» könne.[402] Diese enthielt gewiss viele Demonstrationen, für die Schaeffer auf sein aus eigenen Mitteln finanziertes, umfangreiches physikalisches Kabinett zurückgreifen konnte. In den Wintersemestern 1867/68 und 1868/69 las Abbe die Experimentalphysik anstelle von Snell. Die nächsten eineinhalb Jahrzehnte wurde die Aufgabe allein von Schaeffer übernommen, der diese zunächst einmal jährlich im Sommer, dann ab Sommersemester 1878 zweizügig durchführte.[403] Über einen langen Zeitraum ging damit die Lehrtätigkeit in der Physik zurück. Vom Sommersemester 1884 an kündigten Sohncke und Schaeffer zugleich eine Vorlesung zur Experimentalphysik I an. Was Snells Einschätzung

[398] Suckow 1840

[399] Döbereiner bot zusätzlich einen Kurs zur physikalisch-chemischen Experimentierkunst an sowie einmalig Experimentalphysik.

[400] Schmids Vorlesungen zur Experimentalphysik waren vermutlich auch auf die Chemie hin ausgerichtet.

[401] Vgl. [Kreiser 2001], S. 63, Fußnote 33.

[402] Snell zitiert nach [Kreiser 2001], S. 370. Schaeffers Experimentalphysikvorlesungen waren sehr gut besucht. Beispielsweise belegten laut Quästurakten 96 Teilnehmer diese im Sommersemester 1877 und 73 im Sommersemester 1882 (UAJ, G/I 229 u. 264).

[403] Im Wintersemester 1881/82 kündigte Snell eine Vorlesung zur allgemeinen Physik an, die möglicherweise experimentalphysikalischen Charakter gehabt haben könnte.

nach an der Salana fehlte, war, so in dem oben erwähnten Schreiben an den Kurator, «eine Gelegenheit, den Studierenden Anleitung zu geben zur exakten Ausführung von physikalischen Untersuchungen» und damit zu Praktika in der Experimentalphysik.[404]

Sohncke, der nur kurze Zeit in Jena lehrte, übernahm die Vertretung der Experimentalphysik. Er richtete ein physikalisches Praktikum ein und leitete Spezialuntersuchungen für Geübtere. Außerdem bot er mit «Besprechungen über physikalische Gegenstände» eine Art von Seminar an. Schaeffer unterrichtete weiterhin einen Kursus in Physik mit Anleitung zum Experimentieren. Durch den Weggang von Sohncke brach im Wintersemester 1886/87 die Lehre kurzzeitig, aber deutlich ein, auch wenn Abbe dies auszugleichen suchte. Bereits im folgenden Sommersemester führte Sohnckes Nachfolger Winkelmann dessen Programm fort. Winkelmann spezifizierte den Inhalt der Experimentalphysik 1893/94 als allgemeine Mechanik (bzw. später allgemeine Physik) und Optik im ersten Kurs und als Akustik, Wärme, Magnetismus sowie Elektrizität im zweiten. Zusammen mit Schaeffer, der weiterhin parallel seine zweizügigen (Experimental-) Physik-Vorlesungen durchführte, hielt er bis zum Ende des Untersuchungszeitraums dieses Angebot aufrecht. Ende der 1880er Jahre wurden physikalische Praktika für Chemiker und Repetitorien der Experimentalphysik für Mediziner eingerichtet. Hier kommt die Servicefunktion und die Bedeutung der Physik für andere Disziplinen klar zum Ausdruck. Als Ausdruck der Professionalisierung der Physik kann eine Lehrveranstaltung zur Geschichte des eigenen Fachs am Ende des Untersuchungszeitraums betrachtet werden: Auerbach las im Wintersemester 1900/01 über die Entwicklung der Physik im 19. Jahrhundert.[405]

Umfang und Inhalt des Lehrangebots, das neben der Experimentalphysik bestand, ist Thema des nachfolgenden Abschnitts.

---

[404] Snell zitiert nach [Kreiser 2001], S. 371. Die Ansätze von Suckow in der zweiten Hälfte der 1830er Jahre sind offenbar nicht fortgesetzt worden.

[405] Bereits im Wintersemester 1844/45 hatte Snell eine im Vorlesungsverzeichnis nicht angekündigte Vorlesung zur Geschichte der Naturwissenschaften gehalten, welche allerdings von nur einem Studenten besucht worden war (UAJ, G/I 90, unpaginiert). Schaeffer bediente in den 1850er Jahren mit Vorlesungen zur Geschichte der (Dampf-)Maschinen und Telegraphen die Technikgeschichte.

4.2 Mechanik, mathematische und theoretische Physik

Nach diesem Überblick zur Lehre von Mathematik, Physik und Astronomie im Allgemeinen stehen im Folgenden die an der Salana angekündigten Veranstaltungen zur mathematischen und theoretischen Physik im Zentrum der Untersuchung. Eine Analyse über ihre zeitliche und inhaltliche Verteilung ermöglicht einige ergänzende Einblicke in die lokalen Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik. Die Zuordnung von Vorlesungen zu dieser Kategorie ist natürlich grundsätzlich mit Schwierigkeiten behaftet: Der Titel einer Veranstaltung lässt nur in wenigen Fällen eine eindeutige Kategorisierung zu. Die fachliche Zugehörigkeit des Dozenten, die als weiteres Kriterium herangezogen werden kann, hilft in Jena nur wenig weiter, da wie im Kapitel 3 dargelegt zum einen Mathematik und Physik bis 1879 bzw. 1882 nur von einem Ordinarius gemeinsam in der Lehre vertreten wurden und zum anderen ein Lehrstuhl für theoretische Physik erst 1889 eingerichtet wurde. Dennoch sind Titel der Veranstaltung und Dozent sowie dessen fachliche Ausrichtung – sei es aufgrund seiner institutionellen Position, seiner wissenschaftlichen Ausbildung oder seiner Forschung – auch in dieser Publikation die wesentlichen Selektionskriterien.

Vorlesungen zur Mechanik wurden nur dann berücksichtigt, falls sie von einem Vertreter der Mathematik oder der Physik gelehrt wurden. Dadurch wurden insbesondere all jene Vorlesungen zur Mechanik nicht einbezogen, welche die Hof- oder Universitätsmechaniker regelmäßig ankündigten. Dies erschien uns angebracht, da wir davon ausgehen, dass diese eher über die Konstruktion, den Bau sowie die Handhabung von Instrumenten vortrugen und sich weniger der allgemeinen mathematischen Theorievermittlung widmeten – auch wenn in Einzelfällen ihr diesbezügliches Wissen nicht unbedingt gering gewesen sein mochte.[406] Aus dem gleichen Grund wurden auch Vorlesungen mit technologischem oder maschinenkundlichem Schwerpunkt aus den Betrachtungen ausgeklammert. Die Kategorie Mechanik umfasst hier Vorlesungen, die

[406] Der Mechaniker Körner hielt vereinzelt auch Vorlesungen zu weiteren Themen, beispielsweise der Trigonometrie und praktischen Geodäsie (WS 1819/20 bis WS 1820/21), praktischen Geometrie (SS 1822) und Optik (WS 1827/28, SS 1828). Vgl. auch S. 39.

sich mit analytischer Mechanik, Statik, Dynamik oder Akustik befassten. Solche, die zur mechanischen Physik angekündigt wurden, ordneten wir nicht der Mechanik zu. Damit ist die Kategorie «Mechanik» klar umrissen und die Zuordnung relativ einfach. Dies trifft für die anderen Kategorien nur bedingt zu.

Wir definieren Kategorien «Mathematische und theoretische Physik» im engeren Sinne (weil ohne Mechanik) für die Zeit bis 1879 und «Mathematische Physik» (im engeren Sinne) sowie «Theoretische Physik» (im engeren Sinne) für die Zeit danach. Diese Einteilung ist der Jenenser institutionellen Spezifik des gemeinsamen physikalischen und mathematischen Lehrstuhls geschuldet. Erst ab 1879 lässt sich in Jena das Kriterium der Fachzugehörigkeit des Dozenten anwenden und können infolgedessen die beiden Unterkategorien sinnvoll eingeführt werden. Dieser Schritt erforderte aber auch eine Zuordnung von Abbes und Snells Veranstaltungen zu einer dieser beiden Bereiche für den Zeitraum ab 1879. Hier sind wir wie folgt verfahren: Abbes Vorlesungen wurden, sofern sie nicht der Mechanik zuzurechnen waren, aufgrund seiner Forschungstätigkeit der theoretischen Physik zugeordnet; Snells wenige in diesen Zeitraum fallende Vorlesungen zur mechanischen Physik ebenfalls. Allgemein ordneten wir alle Spezialvorlesungen, deren Gegenstand physikalischer Natur war, die aber nicht explizit Experimente im Titel erwähnten, der theoretischen und solche, welche die mathematische Physik im Titel führten, oder diejenigen, welche mathematische Methoden für die Physik bereitstellten, der mathematischen Physik zu bzw. der vereinigten Kategorie.

Nicht berücksichtigt wurden hier Veranstaltungen zur Astronomie oder solche mit starkem Bezug zu anderen Wissensgebieten. Vorlesungen zur angewandten Mathematik, Geodäsie, Geographie, Geophysik oder Meteorologie wurden ebenfalls nicht aufgenommen, weil dabei unklar blieb, wie weit die mathematisch-physikalische Theoriebildung ging bzw. inwiefern sie explizit physikalische Theorien behandelten.[407] Aus dem Bereich der Kristallographie beschränkten wir uns aus ähnlichen Gründen weitestgehend auf diejenigen die von Mathematikern und Physikern angebotenen wurden. Schmids diesbezügliche Vorlesungen fanden daher keine Beachtung, Suckows jedoch sehr wohl, da wir

[407] Man findet diese aber, sofern sie von Mathematikern und Physikern angekündigt wurden, im Anhang. Diese sind mit einem Stern * versehen.

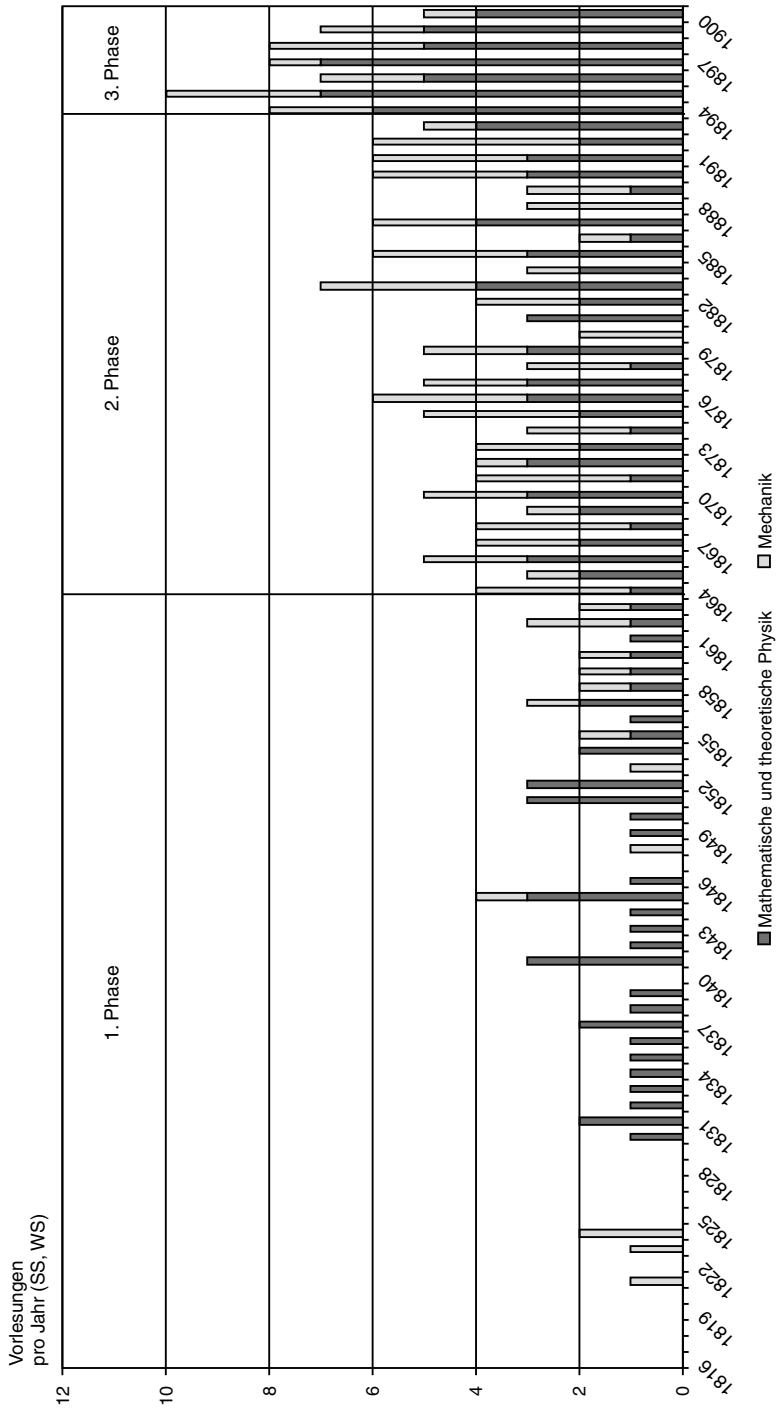


Diagramm 4.1
Zeitliche Entwicklung der Vorlesungstätigkeit zur Mechanik sowie zur mathematischen und theoretischen Physik (1816 – 1900)

hier aufgrund seiner Publikationen eine auf dem aktuellen Stand der mathematisch-physikalischen Forschung befindliche Darlegung der Theorie unterstellten. Die von Abbe, Auerbach und Straubel angekündigten Vorlesungen zur Bestimmung von absoluten Maßen ordneten wir ebenfalls keiner der Kategorien zu.[408]

Aufgrund der skizzierten Kriterien wurden insgesamt 239 Veranstaltungen aus den im Vorlesungsverzeichnis aufgeführten ausgewählt, wovon wir 93 als die Mechanik betreffend einordneten. Im Anhang findet sich eine komplette nach Semestern gegliederte Liste dieser Vorlesungen mit genauen Angaben zu Titel und Dozenten sowie Hörerzahl. Das nebenstehende Diagramm 4.1 auf S. 164 zeigt ihre zeitliche Verteilung. Darin umfasst ein Jahr das dazugehörige Sommer- und Wintersemester.[409] Die durch das Diagramm visualisierte Entwicklung der Lehre im Bereich der mathematischen und theoretischen Physik legt eine zeitliche Gliederung in drei Phasen nahe: eine erste, sich bis 1863 ziehende Periode mit einem geringen Angebot, eine zweite, sich über 30 Jahre erstreckende Periode mit einem mittleren Angebot und schließlich eine kurze dritte Periode mit vielen Veranstaltungen ab 1894.

4.2.1 Erste Phase (1816 – 1863): mäßiges Angebot

In dieser fast fünfzig Jahre währenden Periode enthielten die Vorlesungsverzeichnisse insgesamt nur 57 Veranstaltungen zur mathematischen und theoretischen Physik, davon nur 15 zur Mechanik. Der sich daraus ergebende Durchschnitt von etwa einer Vorlesung pro Jahr ist irreführend, denn die Verteilung der Vorlesungen fiel, wie das Diagramm 4.1 verdeutlicht, sehr unterschiedlich aus: vom Fehlen einer entsprechenden Vorlesung in 13 Jahren bis hin zum Maximum von vier Vorlesungen im Jahr 1845, in welchem Schlömilch, Snell, Schmid und Suckow je eine Veranstaltung anboten.

[408] Sie sind aber im Anhang, mit einem Stern * versehen, aufgeführt.

[409] Beispielsweise besteht das Jahr 1816 aus dem Sommersemester 1816 und dem Wintersemester 1816/17. Diese Zusammenfassung von Semestern scheint für die Lehre in Mathematik und Physik an der Salana in dem Untersuchungszeitraum angemessen, weil zweizügige Veranstaltungen (Experimentalphysik, Analytische Mechanik) meist im Sommersemester mit dem ersten Kurs einsetzten.

Zunächst zeigt das Diagramm 4.1 eine stockende Anfangsphase von ca. 15 Jahren, in der nur vier Veranstaltungen angekündigt wurden.[410] Diese betrafen die Mechanik und wurden von Wahl in den Jahren 1821, 1823 und 1824 angeboten. Die mechanischen Wissenschaften bildeten bis Mitte des Jahrhunderts nur sehr vereinzelt den Gegenstand von Jenenser Vorlesungen zur Mathematik und Physik: Schlömilch bot als erster Dozent an der Salana analytische Mechanik an in den Wintersemestern 1845/46 und 1848/49. Ab 1853 kündigte Snell relativ regelmäßig eine gleichlautende Veranstaltung an.[411] Die von ihm für das Wintersemester 1862/63 vorgesehene Vorlesung zu mechanischen Problemen kam nicht zustande.[412] Insgesamt gehörte damit die analytische Mechanik erst relativ spät zum festen Bestandteil der Jenenser Ausbildung.

Die Vorlesungsverzeichnisse führen ab 1830 relativ regelmäßig Vorlesungen zur mathematischen Physik meist in Verbindung mit angewandter Mathematik auf. Fries und Schmid traten als Dozenten in diesem Gebiet auf.[413] Allerdings fand nur eine Vorlesung, nämlich die Fries'sche im Sommersemester 1835 tatsächlich statt, so dass von einer Etablierung der mathematischen Physik in der Lehre zu dieser Zeit nicht gesprochen werden kann. Zwischen 1837 und 1845 boten Suckow und Schmid Kurse zur Kristallographie[414] und Optik[415] sowie zum Elektromagnetismus[416] an. Suckow kündigte zudem im Wintersemester 1843/44 und dem darauf folgenden Sommersemester die Vorlesung «Enzyklopädie der mathematischen und physikalischen Wissenschaften» an, die vermutlich auf seinem kurz zuvor erschienen und auf dem neuesten Stand der

[410] Voigts Veranstaltungen zur «Theoretischen und Experimentalphysik nach Mayer» wurden sowohl wegen der expliziten Erwähnung der Experimentalphysik als auch wegen der geringen mathematischen Theoriebildung in [Mayer 1801] nicht als mathematische und theoretische Physik klassifiziert.

[411] WS 1853/54, WS 1855/56, WS 1857/58, WS 1858/59, SS 1859, WS 1860/61, SS 1862, SS 1863

[412] UAJ, G/I 159, unpaginiert

[413] Fries (SS 1830, SS 1831, WS 1831/32, SS 1832, SS 1833, SS 1834, SS 1835, SS 1836, SS 1837); Schmid (SS 1841, WS 1842/43). Die von Schrön ab dem Wintersemester 1835/36 regelmäßig gehaltenen Vorlesungen zur Teilen der mathematischen Physik wurden nicht berücksichtigt, da sie sich vorwiegend auf die Pharmazie bezogen.

[414] Suckow (WS 1837/38, SS 1838, SS 1841, WS 1845/46). Vgl. auch Schaeffer (WS 1851/52).

[415] Suckow (WS 1839/40); Schmid (SS 1845)

[416] Schmid (WS 1841/42)

Forschung basierenden Werk beruhte.[417] Damit diversifizierte sich das Lehrangebot in diesem Bereich an der Salana, auch wenn es, wie die Teilnehmerlisten in den Akten belegen, von den Jenenser Studierenden kaum wahrgenommen wurde.

Erst mit Snells Eintritt in die Lehre änderte sich dies. Snell führte neben seinen bereits erwähnten Kursen regelmäßig Vorlesungen zur Optik[418], Elektrodynamik[419], Wärmelehre[420] und Methoden der mathematischen Physik[421] durch. Er war ab 1846 bis zu Abbes Eintritt in die Lehre mit vereinzelten Ausnahmen (Schlömilch, Schaeffer, Suckow) der einzige Dozent an der Salana, der Vorlesungen zur mathematischen und theoretischen Physik (im engeren Sinne) anbot und dessen Vorlesungen auch zustande kamen. Insgesamt erreichte der Durchschnitt der Vorlesungen zu diesem Gebiet und der Mechanik ab 1850 bis 1863 zwei Vorlesungen pro Studienjahr. Dies war ein großer Anstieg im Vergleich zu den ersten Jahrzehnten des Untersuchungszeitraums. An diesen Veranstaltungen nahmen bis maximal 10 Studenten teil, was gegenüber den Jahrzehnten zuvor eine enorme Steigerung in der Teilnehmerzahl bedeutete. Der durch die Auswertung der Vorlesungsverzeichnisse aufgezeigte Aufwärtstrend kam also, wie die Auswertung der Quästurakten zeigt, erst im letzten Drittel der ersten Phase wirklich zum Tragen.

4.2.2 Zweite Phase (1864 – 1893): Anstieg

Der Durchschnitt der Vorlesungen pro Studienjahr erhöhte sich in den darauffolgenden 30 Jahren nochmals erheblich auf etwa vier. Auch in der zweiten Phase sind große Schwankungen in der Verteilung der Veranstaltungen zu verzeichnen: Das Minimum betrug zwei Vorlesungen in den Jahren 1880 und 1886, das Maximum von sieben wurde in dem Jahr 1883 erreicht.

Die Mechanik war in der zweiten Phase fester Bestandteil der Lehre. Die Anzahl der Vorlesungen pro Jahr schwankte zwischen einer (in den Jahren 1865, 1869, 1872, 1884, 1886 und 1893) und vier (im Jahr 1892),

[417] Suckow 1839
[418] SS 1845, SS 1846, SS 1849, SS 1851, SS 1852, SS 1854, SS 1858, WS 1862/63
[419] WS 1854/55, (Teil 2) SS 1855, SS 1856, SS 1857, SS 1860, SS 1862
[420] SS 1857, SS 1859, SS 1861, SS 1863
[421] SS 1850, SS 1851, SS 1852

nur im Studienjahr 1881 wurde zwei Semester lang keine diesbezügliche Veranstaltung angeboten. Mit 64 Vorlesungen, davon 39 zur analytischen Mechanik, lag sie fast gleichauf mit der Anzahl der Vorlesungen zur mathematischen und theoretischen Physik (im engeren Sinne), die 65 betrug. Die analytische Mechanik wurde regelmäßig von Snell, ab 1879 von Frege angekündigt, zum Teil sogar zweizügig.[422] Zusätzlich gab es noch mechanische Spezialvorlesungen: Abbe trug bis 1883 zur Mechanik nicht-starrer Systeme, zur Mechanik fester Körper und zur Theorie der Bewegung fester Körper vor. Die von Piltz im Wintersemester 1888/89 angekündigte Vorlesung zur Mechanik fester Körper fiel aus. Sohncke führte im Wintersemester 1883/84 in die Statik und Dynamik von Flüssigkeiten ein. Piltz bot mehrere Vorlesungen zum Problem der drei Körper an, die jedoch alle ausfielen.[423] Die Elastizitätstheorie wurde gegen Ende der zweiten Phase zweimal von Thomae und einmal von Auerbach behandelt. In dieser Zeit trug Auerbach auch zur Mechanik von starren Körpern und von Flüssigkeiten vor sowie zur Theorie der Schallschwingungen. Damit war in der zweiten Phase die Mechanik im Jenenser Vorlesungsprogramm durch Mathematiker und gelegentlich auch durch Physiker relativ gut präsent.

Das von Snell am Ende der ersten Phase abgedeckte Spektrum von Vorlesungen zur mathematischen und theoretischen Physik vergrößerte sich allmählich. Die Anzahl der Vorlesungen pro Jahr in diesem Bereich stieg in der zweiten Phase stark an. Gleichzeitig variierte sie auch erheblich: Sie pendelte zwischen einer (in den Jahren 1864, 1868, 1871, 1874, 1878, 1886 und 1889) und vier (in den Jahren 1883, 1887), nur in den Jahren 1880 und 1888 wurde überhaupt keine entsprechende Vorlesung angekündigt.

[422] Snell kündigte einen ersten Teil (SS 1864, SS 1865, SS 1866, SS 1867, SS 1871, WS 1874/75, WS 1875/76, SS 1877, SS 1878) sowie nur ab und an explizit eine Fortsetzung oder einen zweiten Teil (WS 1867/68, WS 1868/69, WS 1871/72, SS 1875, WS 1876/77, WS 1877/78). Im Sommersemester 1869 hielt er eine Vorlesung zur höheren Mechanik. Frege kündigte ebenfalls einen zweiten Teil an (WS 1882/83, WS 1885/86, WS 1888/89, WS 1892/93), aber explizit keinen ersten.

[423] WS 1887/88, SS 1890, WS 1890/91, WS 1891/92. Für das Fernbleiben der Studenten dürfte vor allem die mangelnde Lehrgabe von Piltz verantwortlich sein. (Vgl. Abschnitt 3.9.)

Snell führte lediglich in den ersten Jahren seine Kurse zur Wärmelehre[424] und zum Elektromagnetismus[425] fort. Neben der Mechanik konzentrierte er seine Lehraktivitäten auf die Vertretung der Optik[426]. Ab 1870 bot er zusätzlich regelmäßig Vorlesungen über die Prinzipien und Grundlehren (bzw. Fundamentallehren) der mechanischen Physik an.[427] Diese hob Snell 1875 in einem Schreiben an den Kurator hervor und charakterisierte sie wie folgt:

> «Außerdem habe ich [Snell] mir es seit Jahren zur Aufgabe gemacht, die so wichtigen Einsichten in die höchsten allgemeinsten Gründe des physikalischen Wissens zu fördern durch ein Kollegium über die Prinzipien und die Grundlehren der mechanischen Physik, welches mehr einen philosophischen als mathematischen Anstrich hat, und dadurch auch einem größeren Kreis von Zuhörern zugänglich wird, [...].»[428]

In der Tat waren diese Vorlesungen mit zwischen 22 und 68 Hörern sehr gut belegt. Aufgrund des Fehlens der mathematischen Komponente und der Tatsache, dass in den anderen Veranstaltungen zur mathematischen und theoretischen Physik selten über 10 Teilnehmer zu verzeichnen waren, wurden diese Vorlesungen trotz ihres theoriegeladenen Titels nicht als theoretische klassifiziert und auch nicht in die Statistik aufgenommen.

Allerdings fehle, so Snell weiter in dem Schreiben, «noch ein auf ein ganzes Jahr sich erstreckender und auf etwas weiter gehende mathematische Begründung gestützter Kursus der Experimentalphysik».[429] Ab dem Studienjahr 1883 finden sich keine Lehrangebote von Snell im Bereich der mathematischen und theoretischen Physik.[430]

Als Abbe 1864 in den Jenenser Lehrbetrieb eintrat, übernahm er die Vertretung einiger Snell'scher Lehrgebiete und erweiterte das bisherige Vorlesungsspektrum leicht. Er hielt Veranstaltungen zur (mathemati-

[424] SS 1865, SS 1867
[425] SS 1866
[426] SS 1864, WS 1866/67, SS 1868, SS 1870, SS 1872, SS 1873, (SS 1875 von Abbe gelesen)
[427] WS 1870/71, WS 1872/73, SS 1874, WS 1874/75, WS 1875/76, WS 1876/77, WS 1878/79, SS 1879, WS 1879/80, WS 1880/81, WS 1882/83
[428] Zitiert nach [Kreiser 2001], S. 370.
[429] Zitiert nach [Kreiser 2001], S. 371.
[430] Vgl. auch Thomaes Einschätzung zu Snell auf S. 156.

schen) Theorie der Gravitation, der Elektrizität und des Magnetismus,[431] zur Methode der kleinsten Quadrate,[432] zu Elektromagnetismus und Elektrodynamik,[433] zur mechanischen Physik,[434] und zur mathematischen Optik[435]. Fast alle von Abbe angekündigten Veranstaltungen fanden statt und waren relativ gut besucht, ein zweisemestriger Zyklus zur mathematischen Optik wurde 1877 sogar von 17 Studenten belegt. Snell betonte in dem oben erwähnten Schreiben, dass Abbes und seine eigenen Veranstaltungen zu einzelnen Teilen der höheren Physik «mit ausführlicher mathematischer Begründung vorgetragen» wurden.[436] Er erwähnte dabei explizit solche zum Galvanismus, zur analytischen Optik, zur mechanischen Wärmetheorie und zur Potentialtheorie mit eingehender Anwendung auf Elektrizität und Magnetismus. Zur lange vernachlässigten Theorie der Wärme – die letzte diesbezügliche Vorlesung war 1867 zwar angekündigt worden, aber dann doch entfallen – gab Langer im Sommersemester 1876 eine Einleitung, weitere Vorlesungen wurden von Thomae[437], Sohncke[438] und Auerbach[439] ab den 1880er Jahren gehalten. Thomaes Veranstaltungen verweisen durch die Erwähnung von Fourier'schen Methoden im Titel auf einen stark mathematischen Zugang und wurden nicht zuletzt aufgrund der Fachzugehörigkeit Thomaes der mathematischen Physik im engeren Sinn zugeordnet. Sohnckes Vorlesung gehörte mit 23 Hörern mit zu den best besuchten Veranstaltungen in diesem Bereich im gesamten Untersuchungszeitraum.

---

431 WS 1865/66, SS 1867, SS 1869, WS 1870/71, SS 1871, WS 1872/73, WS 1874/75, WS 1875/76, WS 1877/78, WS 1878/79, WS 1879/80, SS 1881, WS 1882/83, SS 1884, WS 1885/86, WS 1887/88

432 SS 1866, SS 1876, WS 1879/80, WS 1881/82, WS 1883/84, WS 1885/86 (entfallen), SS 1886, WS 1887/88, SS 1889 (entfallen)

433 WS 1869/70, SS 1872, WS 1873/74, SS 1876

434 SS 1870

435 SS 1875, SS 1877 (mit optischen Übungen), WS 1877/78, SS 1879, SS 1882, WS 1884/85, SS 1887, WS 1892/93. Daneben bot Abbe noch regelmäßig Vorlesungen zur Optik und der Theorie optischer Instrumente an, welche hier wegen ihrer eher praktischen Orientierung nicht berücksichtigt wurden.

436 Zitiert nach [Kreiser 2001], S. 370.

437 SS 1881, SS 1883, SS 1887

438 WS 1883/84

439 WS 1890/91, WS 1893/94 – letztere entfiel.

Der Extraordinarius für theoretische Physik Auerbach kündigte darüber hinaus Kurse zur Theorie der Elektrizität und des Magnetismus[440], zum Erdmagnetismus[441], zur Lichttheorie[442] an sowie zwei Veranstaltung zur Gastheorie.[443]. Damit griff er einige der Lehrbereiche von Abbe auf, der nach Auerbachs Berufung kaum noch lehrte, und erweiterte das Themenspektrum. Hervorzuheben sind seine beiden Veranstaltungen zu den Grundlagen der theoretischen Physik im Wintersemester 1891/92 und zur Potentialtheorie mit Anwendung auf die Schwere, die Elektrizität und den Magnetismus im Wintersemester 1892/93. Letztere mag zwar als eine Fortführung der Abbe'schen Vorlesung zur Theorie der Gravitation, der Elektrizität und des Magnetismus gedeutet werden, die zugrunde liegende mathematische Theorie, die Potentialtheorie, wurde hier aber erstmals benannt.[444] Abgesehen von den Abbe'schen Veranstaltungen zur Methode der kleinsten Quadrate wurden Methoden der mathematischen Physik, wie die Differential- und Integralrechnung für Naturwissenschaftler[445] und die Interpolationsrechnung[446], nur ausnahmsweise angekündigt und fanden häufig nicht statt. Die Kristallphysik war in dieser Phase bis auf die im Sommersemester 1885 von Sohncke gehaltene, von 27 Teilnehmern und damit ausgezeichnet besuchte Vorlesung «Theorie der krystallisirten Körper» in der theoretisch-physikalischen Lehre nicht vertreten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in Jena in der zweiten Phase nur die Mechanik, die Theorie des Elektromagnetismus sowie die Optik einen regelmäßigen Bestandteil der Lehre im Bereich der mathematischen und theoretischen Physik bildeten. Die mathematische Physik im engeren Sinne beschränkte sich bis auf wenige Ausnahmen auf Vorlesungen zur Methode der kleinsten Quadrate.

Dieses eingeschränkte Angebot wird im Diagramm 4.2 auf S. 172 deutlich. Dort wird die Verteilung der Vorlesungen auf die Bereiche Mechanik, mathematische Physik und theoretische Physik im engeren

[440] SS 1890, SS 1893
[441] SS 1891
[442] WS 1891/92 (entfallen)
[443] WS 1890/91, WS 1893/94
[444] Potentialtheorie ohne erkennbaren Bezug zur Physik wurde in Jena erstmals im Wintersemester 1889/90 von Piltz angekündigt, sie fand jedoch nicht statt.
[445] Piltz (SS 1891)
[446] Knopf (WS 1893/94)

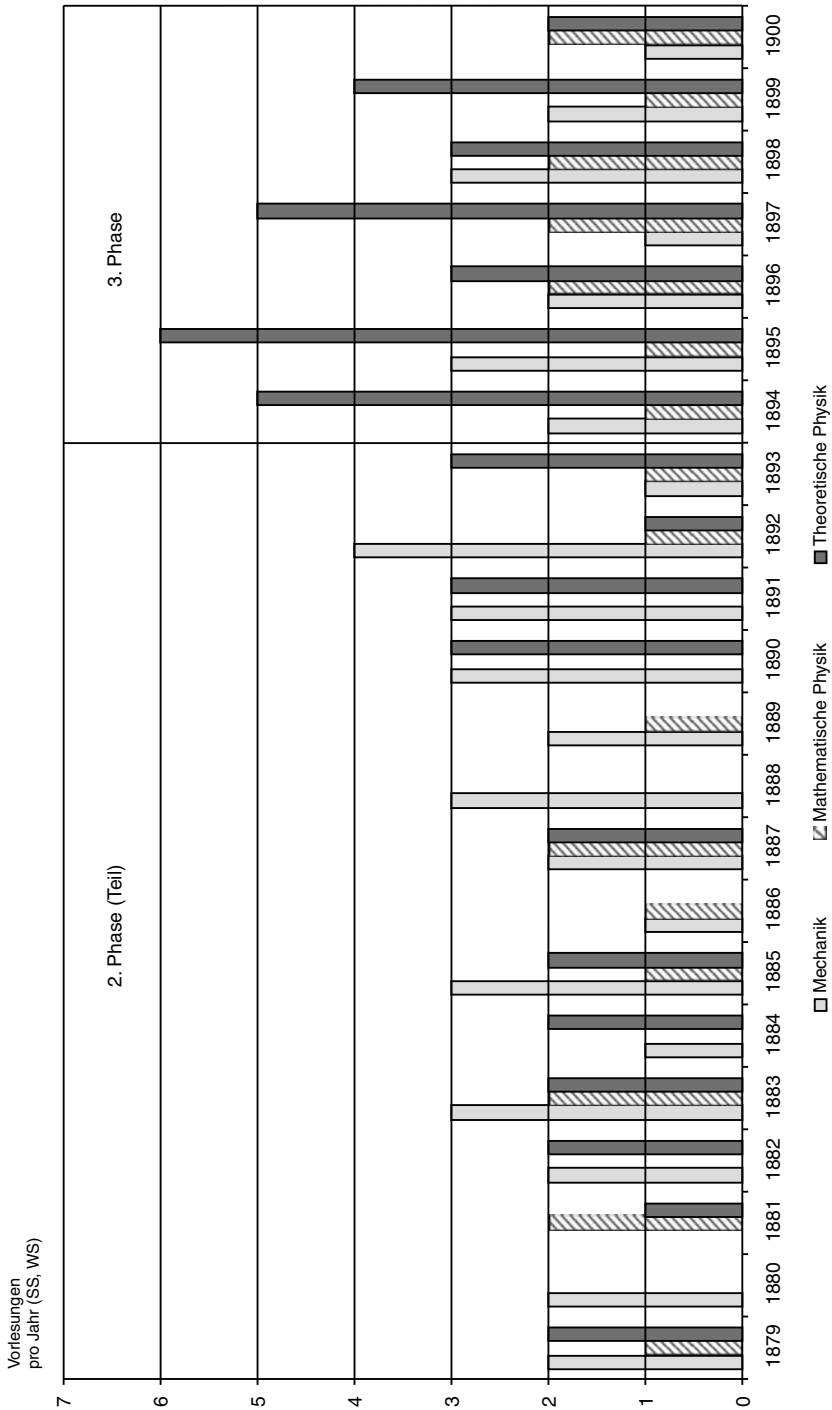


Diagramm 4.2 Vorlesungsverteilung zwischen Mechanik, mathematischer und theoretischer Physik (1879–1900)

Sinne ab 1879 dargestellt. Es ergibt sich für die zweite Phase ein heterogenes Bild. Allein die Mechanik ist ab 1879 einigermaßen konstant, wenn man von dem Tiefstand im Jahr 1881 und den auf Auerbachs Beiträge zurückzuführenden Höchststand von 1892 absieht. Die von Abbe beklagte Lücke in der Vertretung der theoretischen Physik ab Mitte der 1880er Jahre zeigt sich im Diagramm ebenso deutlich wie deren Behebung durch die Berufung von Auerbach.

In Bezug auf die Hörerzahlen im Gebiet der Mechanik, mathematischen und theoretischen Physik, die in dieser Studie nicht systematisch erfasst wurden, ist im Vergleich zur ersten Phase ein deutlicher Anstieg zu konstatieren. Von Mitte der 1870er bis Mitte der 1880er Jahre wurden die in diesem Bereich angebotenen Veranstaltungen mit häufig weit über zehn Teilnehmern pro Vorlesung relativ gut besucht. Gegen Ende der zweiten Phase sinken die Hörerzahlen allerdings wieder kräftig und liegen häufig bei unter fünf.

4.2.3 Dritte Phase (1894 – 1900): Weitere Steigerung

Diese kurze Phase zeichnet sich aus durch ein starkes Ansteigen der Anzahl der zur mathematischen und theoretischen Physik angekündigten Vorlesungen (vgl. Diagramm 4.1, S. 164). In sie fällt auch das absolute Maximum von zehn angekündigten diesbezüglichen Veranstaltungen im Jahr 1895. Während sich an der Vertretung der Mechanik vergleichsweise wenig änderte, verbesserte sich das Angebot der Vorlesungen zur theoretischen Physik sehr stark (vgl. Diagramm 4.2). Ihr Durchschnitt lag bei vier Veranstaltungen pro Jahr mit einem Minimum von zwei im Jahr 1900 und einem Maximum von sechs im bereits erwähnten Ausnahmejahr 1895. Die Anzahl der zur mathematischen Physik (im engeren Sinne) angekündigten Vorlesungen stieg im Vergleich zur vorangehenden Phase ebenfalls leicht an.

Diese Entwicklung ist im Wesentlichen auf das Wirken der beiden Dozenten Auerbach und Straubel zurückzuführen. Auerbach vertrat weiterhin regelmäßig die Gebiete der Mechanik, der mathematischen und theoretischen Physik, zu denen er seit seinem Amtsantritt las. Neu war eine Vorlesung zur Molekulartheorie von Gasen und Lösungen im Sommersemester 1899 und damit der Bereich der Atomphysik. Außerdem gab Auerbach praktisch einmal jährlich eine Einführung

in die theoretische Physik. Er führte auch Kolloquien durch – teilweise gemeinsam mit Straubel. Zwei von diesen, die er im Wintersemester 1894/95 bzw. 1895/96 ankündigte, dienten explizit der Auseinandersetzung mit den Grundbegriffen der mathematischen Physik bzw. den Methoden der theoretischen Physik. Straubel, der ab Herbst 1893 in Jena lehrte, vertrat hauptsächlich die Optik[447] und entlastete damit Abbe, der seine letzte Vorlesung zur Optik, die gleichzeitig seine letzte überhaupt war, im Wintersemester 1897/98 hielt. Straubel bereicherte durch Veranstaltungen zur Elektrizitätslehre[448], zur Theorie der Kapillarität[449], zur Thermodynamik[450] und zur Physik der Kristalle[451] das Vorlesungsspektrum der theoretischen Physik.[452]

Neben Auerbach und Straubel engagierten sich Frege und Knopf in der Lehre der mathematischen und theoretischen Physik. Frege las in den Sommersemestern (bis auf das erste und das letzte) analytische Mechanik. Im vorletzten Jahr unterrichtete er diese zweizügig. Knopf kündigte in den Wintersemestern (mit Ausnahme von 1895/96 und 1897/98) die Methode der kleinsten Quadrate an. Daneben führte er gelegentlich mit Interpolationsrechnung[453] und Störungstheorie[454] Kurse zu weiteren mathematischen Methoden durch, die in der Physik und Astronomie Anwendung fanden. Daran beteiligte sich auch Auerbach mit Veranstaltungen zu Potentialtheorie.[455] Piltz und Thomae kündigten während der dritten Phase nur wenige diesbezügliche Vorlesungen an. Diese behandelten die analytische Mechanik[456] und das Dreikörperproblem[457] sowie die Fourier'sche Wärmetheorie[458].

Insgesamt waren also die Bereiche der Mechanik und der mathematischen und theoretischen Physik in den letzten sechs Jahren des

[447] WS 1895/96, WS 1896/97, SS 1899, WS 1900/01
[448] SS 1895, SS 1897, WS 1897/98
[449] WS 1895/96
[450] SS 1898
[451] WS 1898/99
[452] Außerdem bot Straubel Kurse zur Geodäsie (SS 1894) und Geophysik (SS 1894, WS 1895/96) an.
[453] WS 1895/96, WS 1897/98, WS 1900/01 (zusammen mit mechanischer Quadratur)
[454] SS 1900
[455] SS 1896, SS 1898
[456] Piltz (WS 1894/95)
[457] Piltz (WS 1895/96)
[458] Thomae (WS 1897/98)

Untersuchungszeitraums an der Salana gut in der Lehre vertreten. Allerdings kam eine Reihe von Vorlesungen nicht zustande und die Hörerzahl blieb weiterhin so gering wie am Ende der zweiten Phase.[459]

Abbildung 4.1 Hauptgebäude der Universität Jena (1907)

Der Anzahl der Veranstaltungen, die sich von einem philosophischen Standpunkt aus mit Fragen der naturwissenschaftlichen Erkenntnistheorie beschäftigen könnten, war in Jena während der gesamten Untersuchungsperiode sehr gering. Naturgemäß ist es nicht einfach, den genauen Inhalt einer solchen Vorlesung einzuschätzen, folgende Veranstaltungen wurden als zu diesem Gebiet gehörend klassifiziert: In den Studienjahren 1816 bis 1818 kündigte der Naturforscher Lorenz Oken viermal Veranstaltungen zur Naturphilosophie an. Er war einer der führenden Vertreter der romantischen Naturphilosophie, so dass die Kurse eine diesbezügliche Ausrichtung erfahren haben dürften. Apelt las im Wintersemester 1842/43 vor zehn Hörern zur Naturphilosophie. Die in den Sommersemestern 1844 und 1845 zur mathematischen

[459] Vgl. Anhang.

Naturphilosophie von ihm angekündigten Veranstaltungen kamen jedoch nicht zustande.[460] Er vertrat dabei gewiss die Fries'sche und damit u. a. eine die Mathematisierung der Physik fördernde Richtung. Im Wintersemester 1874/75 trug der Physiologe William Thierry Preyer (1841 – 1897) über einige Grundprobleme der gegenwärtigen Naturwissenschaft vor, während die von dem Botaniker und Philosophen Ernst Hallier (1831 – 1904), der wie Apelt der Fries'schen Lehre anhing, angekündigte Veranstaltung über die Methode der Naturforschung nicht zustande kam.[461] Ein Jahr später setzte Hallier ein Disputatorium für Naturphilosophie und Methode der Naturforschung an. Außerdem hielt Franz Erhardt (1864 – 1930) im Wintersemester 1891/92 und Sommersemester 1896 eine Vorlesung über mechanische und teleologische Naturerklärung.[462] Damit scheinen dem Einfluss der Philosophie, insbesondere der Fries'schen, im Rahmen der Ausbildung von Naturwissenschaftlern enge Grenzen gesetzt gewesen zu sein.

4.3 Ein Vergleich des Jenenser Lehrangebots mit dem anderer Universitäten

Um den Stand der Jenenser Lehre im Bereich der mathematischen und theoretischen Physik besser beurteilen zu können, soll im Folgenden ein Vergleich mit dem diesbezüglichen Lehrangebot an den Nachbaruniversitäten in Leipzig und Halle-Wittenberg gezogen werden.[463]

Zunächst zeigt sich in der Lehre an allen drei Universitäten der mit dem Zuwachs an Studierenden[464] sowie mit der Professionalisierung und Institutionalisierung der Mathematik und Physik verbundene An-

[460] Eine weitere, in den Quästurakten verzeichnete Veranstaltung Apelts zur Naturphilosophie im Sommersemester 1843 fand ebenfalls nicht statt. Vgl. UAJ, G/I 82, 84, 88 u. 92, alle unpaginiert.

[461] UAJ, G/I 213, unpaginiert

[462] Im Vorlesungsverzeichnis wurde die erste Vorlesung unter dem Namen F. Ehrhardt angekündigt.

[463] Zu Leipzig vgl. [Schlote 2004a], Kap. 5 und 10, zu Halle-Wittenberg vgl. [Schlote/Schneider 2009a], Kap. 6 bzw. [Schlote/Schneider 2009b], Kap. 5 sowie die beiden Anhänge. Es sei darauf hingewiesen, dass die Auswahlkriterien für Vorlesungen sowie die Zusammensetzungen eines Jahres aus zwei Semestern in den genannten Publikationen unterschiedlich sind.

[464] Eulenburg 1994

stieg der Vorlesungstätigkeit auch in dem hier ins Auge gefassten Bereich. Der starke Anstieg im letzten Jahrzehnt des Untersuchungszeitraums ist an allen drei Institutionen vor allem einer Ausweitung des Angebots an Vorlesungen zur theoretischen Physik zurückzuführen. Damit ist insbesondere die Institutionalisierung der theoretischen Physik – in Jena im Jahr 1889 (F. Auerbach als erster Stelleninhaber), in Halle 1878 (A. Oberbeck), in Leipzig 1894 (Hermann Ebert (1861 – 1934) bzw. Paul Drude (1863 – 1906)) – direkt bemerkbar. Betrachtet man die Palette von Gebieten in der theoretischen Physik, die dort behandelt wurden, so finden sich die in Jena regelmäßig angekündigten (Optik, Elektrizität, Magnetismus)[465] auch im Lehrprogramm der anderen beiden Universitäten. Die neueren Forschungsgebiete Strahlenphysik (Gasentladungsphysik) und Gastheorie wurden an allen drei Universitäten bis 1900 bereits in einigen Veranstaltungen gelehrt. Die mathematische Physik war allerdings in Jena nicht so stark vertreten wie in Leipzig (s. u.).

Weitere Unterschiede sowohl hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung als auch der Quantität sind zu beobachten. Dass die Salana im Untersuchungszeitraum rein quantitativ schlechter abschneidet als ihre Nachbarn, ist nicht verwunderlich, war sie doch die kleinste der drei Universitäten sowohl hinsichtlich der Personalsituation als auch der Anzahl der Studenten. Ihre personelle Ausstattung, die bis 1879 in nur einer gemeinsamen Professur für Mathematik und Physik bestand, war ungenügend und zu diesem Zeitpunkt deutschlandweit ein Unikum. Die vergleichsweise späte Vertretung der analytischen Mechanik unterscheidet die Jenenser Lehre deutlich von dem Lehrangebot in Halle. In Halle gehörten Gebiete der Mechanik bereits seit den 1820er Jahren zum festen Bestandteil des Lehrprogramms im Bereich der Mathematik, Vorlesungen zur analytischen Mechanik wurden dort seit 1828 relativ regelmäßig angeboten, wenn sie auch gelegentlich nicht stattfanden. In Jena wie auch in Leipzig etablierte sich die analytische Mechanik dagegen erst Ende der 1850er bzw. Anfang der 1860er Jahre in der Lehre – und damit wesentlich später als in Halle. Allerdings gehörte die Vermittlung praktischer Fähigkeiten im Instrumentenbau durch Mechaniker seit Anfang des 19. Jahrhunderts in Jena zum Lehr-

[465] Die Wärmelehre wurde ab 1890 von Auerbach regelmäßig angeboten, davor nur im eingeschränkten Maße durch Snell.

programm.[466] Weitere Gebiete der mathematischen Physik waren in Jena kaum vertreten. Insbesondere das der mathematischen Methoden beschränkte sich in Jena fast ausschließlich auf die Methode der kleinsten Quadrate, während in Halle und Leipzig mehrfach die Gelegenheit bestand, Vorlesungen zur Potentialtheorie, Variationsrechnung und zu Differentialgleichungen der mathematischen Physik zu hören.

4.4 Der Übungsbetrieb in Gesellschaften als Ergänzung zur Lehre und Vorläufer zur Seminargründung

In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts entstanden an der Salana im Bereich der Mathematik und Physik Gesellschaften, in welchen Studierenden die Möglichkeit zur Einübung ihres Faches geboten wurde. Sie wurden von einem Dozenten organisiert und meist unter dessen Namen im Vorlesungsverzeichnis angekündigt. Für Jena ist dadurch im Untersuchungszeitraum die Existenz der folgenden drei Gesellschaften belegt: die Mathematische Gesellschaft von Wahl, die Physikalische Gesellschaft von G. Suckow und die Mathematische Gesellschaft von Schlömilch.

Wahl gründete Anfang der 1820er Jahre eine mathematische Gesellschaft. Nachdem er Privatunterricht offeriert hatte, kündigte er im Wintersemester 1823/24 Übungen in seiner Mathematischen Gesellschaft an. Dies war drei Jahre früher als eine entsprechende Initiative von Heinrich Ferdinand Scherk (1798 – 1885) in Halle.[467] Später hielt Wahl dann arithmetische Übungen ab, zum Teil mit explizitem Bezug auf die Pharmazie. Allerdings konnten sich Übungen in Mathematik an der Salana damals noch nicht etablieren.

Im Jahre 1835 gründete Suckow eine physikalische Gesellschaft (physikalisch-chemisches Seminarium), in der Studenten die Gelegenheit gegeben wurde, über eigene oder fremde Forschungsergebnisse vorzutragen und sich auszutauschen. Außerdem schuf er für die Studierenden

[466] Vgl. [Ziche 2001] zur 1802 gegründeten physikalisch-mechanischen Anstalt sowie die Veranstaltungen der Mechaniker im Vorlesungsprogramm unter der Rubrik der freien Künste.

[467] Schlote/Schneider 2009a, S. 188

die Möglichkeit für eine eigene experimentelle Tätigkeit[468] und kündigte vom Sommersemester 1836 bis zum Sommersemester 1838 Übungen in seiner Physikalischen Gesellschaft an. Mit den Übungen in der Physikalischen Gesellschaft und vor allem mit den Möglichkeiten zu eigenen Experimenten im Sinne eines «physikalischen Praktikums» führte er neue moderne Elemente in den naturwissenschaftlichen Lehrbetrieb ein. Da jedoch die experimentellen Übungen der Studierenden nicht im Vorlesungsplan verankert waren, kann ihm diesbezüglich keine nachhaltige Breitenwirkung und Vorreiterrolle zugeschrieben werden. Es bleibt aber sein Verdienst, frühzeitig aktuelle didaktische Entwicklungstendenzen erkannt und sich um ihre Umsetzung bemüht zu haben. Die Durchführung eines physikalischen Praktikums gehörte, nicht zuletzt wegen der dafür notwendigerweise zu schaffenden räumlichen und apparativen Voraussetzungen, bis zur Jahrhundertmitte nur an wenigen Universitäten zum Ausbildungsprogramm.

Schrön bot im Sommersemester 1843 seit langer Zeit wieder arithmetische Übungen an, allerdings nur dieses eine Mal. Zwei Jahre später findet sich ein Eintrag zu einer mathematischen Gesellschaft von Schlömilch.[469] Dieser erscheint auch in den beiden nachfolgenden Semestern. Diese kurze, auf Vorlesungsverzeichnissen basierende Übersicht legt nahe, dass diese Gesellschaften nur relativ kurze Zeit existierten.

Anders verhält es sich mit der im November 1850 von Schaeffer gegründeten Mathematischen Gesellschaft zu Jena. Im Gegensatz zu den erwähnten Gesellschaften fanden ihre Übungen in der Regel im Vorlesungsverzeichnis keinen Eingang. Schaeffer kündigte dort aber relativ regelmäßig mathematische Übungen privatissime und gratis an, so dass sich dadurch ab den 1850er Jahren ein mathematischer Übungsbetrieb an der Salana etablierte.[470] Da Schaeffers Mathematische

[468] UAJ, BA 1333, unpaginiert, Ankündigung des technisch-chemischen Laboratoriums zu Jena unter der Leitung des Professors Dr. Gustav Suckow, Jena 1845, S. 3 – 4. Vgl. auch Ankündigung von Übungen in der Gesellschaft im Vorlesungsverzeichnis.

[469] Chemnitius spricht in Zusammenhang mit Schlömilch von einer mathematisch-physikalischen Gesellschaft (Chemnitius 1992, S. 68). Erwähnt sei auch die von Ferdinand Wackenroder (1798 – 1854) und Hermann Ludwig (gest. 1873) von 1851 bis Mitte der 1860er Jahre angekündigte pharmazeutisch-physikalische Gesellschaft.

[470] Seine Mathematische Gesellschaft wird im Vorlesungsverzeichnis im Zusammenhang mit seinen mathematischen Übungen nicht erwähnt. Die Übungen scheinen also unabhängig davon an der Universität stattgefunden zu haben.

Gesellschaft im gewissen Sinne als Vorläufer des 1879 gegründeten Mathematischen Seminars gesehen werden kann und ihre Aktivitäten verhältnismäßig gut dokumentiert sind, wird sie im folgenden näher beschrieben.

Schaeffers Mathematische Gesellschaft (1850 bis ca. 1884)

Die Mathematische Gesellschaft wurde von Studierenden der Mathematik und dem Privatdozenten Schaeffer in der Absicht gegründet, «Gelegenheit zu gegenseitiger Mittheilung zu haben und sich im Vortrag zu üben, sei es in der Vorbereitung für den akademischen Lehrstuhl, sei es als Vorübung zum methodischen Unterricht.»[471] Man sprach zunächst von einem «mathematischen Kränzchen», zu dem sich schon bald neben den Mitgliedern Gäste wie etwa Snell, Apelt, der Mediziner Rudolf

Abbildung 4.2
Hermann Schaeffer, Privatdozent in Jena 1850 – 1856, Extraordinarius 1856 – 1878, ordentlicher Honorarprofessor 1878 – 1900

[471] Compter 1859, S. 1. Zur Geschichte der Mathematischen Gesellschaft siehe [Tobies 1984]; [Tobies 1993]; [Kreiser 2001], S. 126 f. (Freges Vorträge), sowie die Erinnerungsblätter der Mathematischen Gesellschaft zu Jena 1859 – 1882, Verzeichnis der Vorträge, Preisaufgaben etc. (ThULB, 8 Hist. Lit. VI, o. 98, 1 (1 – 6)).

Leubuscher (1822 – 1861), der Pädagoge Karl Volkmar Stoy (1815 – 1885) und der Philosoph Karl Fortlage einfanden. Die Anzahl der Mitglieder stieg in den ersten Jahren rasch an: von anfangs zehn auf 20 bis 30 am Ende des Jahres 1855 bis auf 110 im Jahre 1859. Im Jahr 1877 zählte die Gesellschaft 354 Mitglieder, viele davon lebten außerhalb Jenas, einige hielten sich sogar außerhalb Europas auf. Neben Schaeffer gehörten der Gesellschaft die Dozenten Abbe und Frege als Mitglieder an, die beide bereits als Studenten eingetreten waren, sowie Knopf und Piltz. Statuten scheint sich die Gesellschaft nicht gegeben zu haben.[472]

In den ersten beiden Jahren ihres Bestehens wurden nur im Wintersemester Vorträge gehalten, ab 1853 dann das ganze Jahr über. Man traf sich dazu im Hause Schaeffers. Zunächst bildete allein die Mathematik den thematischen Fokus, dann erweiterte sich das Vortragsspektrum, um auch die Naturwissenschaften (auch deren nicht mathematisierte Bereiche, wie etwa die Medizin) zu umfassen. Während Gelehrte und fortgeschrittene Studenten ihre Forschung präsentierten, stellten Anfänger publizierte Arbeiten vor. Einige Vorträge behandelten die Problematik der Theoriebildung bzw. der Mathematisierung von physikalischen Phänomenen. Beispielsweise berichtete ein gewisser Fr. Roth im November 1863 über den «Versuch einer neuen Wärmetheorie». Snell sprach diesbezüglich zwei Jahre später über «Fechner's Atomenlehre» sowie im Mai 1869 «Ueber die Axiome der Physik» und Abbe trug wiederholt zur Bestimmung von Maßsystemen in der Physik vor. Frege präsentierte 1871 eine «Vergleichung der elektrodynamischen Theorien von Ampère und Graßmann».[473]

[472] Dadurch unterscheidet sie sich von den im Kap. 6 behandelten gelehrten Gesellschaften.

[473] Abbe: «Ueber die Grundsätze bei Feststellung der Maaßsysteme in der Physik» (20. Juni 1867), «Ueber die Neubegründung des metrischen Maaßsystems» (1876). Es sei auf folgende weitere Vorträge in dieser Richtung hingewiesen: «Ueber die Frage: sollen die Wärmeerscheinungen nach der Emanationstheorie erklärt werden, oder nach der Vibrationstheorie» (C. Hausmann, 20. Juli 1854), «Ueber Widersprüche im Begriff der Attraction» (Friedrich Bartholomäi (1817 – 1878), 8. März 1855), «Ueber Bacon von Verulam und Kritik seiner Inductionsmethode in Beziehung auf Physik und Mathematik» (F. Horn, 6. März 1856), «Inductorischer Nachweis der Aequivalenz von Wärme und Arbeit bei permanenten Gasen» (Abbe, 3. Juni 1858), «Atomistische Theorie» (C. Zenker, 4. Juli 1861), «Einiges von den Ansichten über die Art der Bewegung, die wir Wärme nennen» (F. Weber, 17. Dezember 1863), «Ueber äußere und innere Arbeit» (Snell, 7. Januar 1864), «Ueber die Kronig-Clausius'sche

Im Juli 1857 schickte das 1855 aufgenommene Ehrenmitglied, der Weimarer Gymnasialprofessor Ludwig Kunze – ein Lehrer Schaeffers und Verfechter der Goethe'schen Farbenlehre –, eine Aufgabe an die Mathematische Gesellschaft zu Jena und versprach als Preis für deren vollständige Lösung ein physikalisches Werk im Wert von 5 Thalern.[474] Die Preisaufgabe bestand darin, alle rationalen Lösungen der Gleichungen

$$x^3 + y^3 = x - y \quad \text{und} \quad x^3 - y^3 = x + y$$

zu finden. Abbe erhielt den Preis im Juni des folgenden Jahres überreicht. Die nächste Preisaufgabe wurde 1859 von Schlömilch, der inzwischen am Polytechnikum in Dresden lehrte, eingereicht. Daraufhin wurden bis Mitte der 1860er Jahre relativ regelmäßig Preisaufgaben gestellt, die drei Bereichen (Philosophie, Physik und Mathematik) zugeordnet wurden. Während in der Physik meist konkrete Berechnungen gefragt waren, behandelten die philosophischen Aufgaben erkenntnistheoretische oder logische Probleme, die sich gelegentlich auch mit der Mathematisierung der Naturwissenschaften auseinander setzten. Beispielsweise stellte F. Horn als Preisaufgabe die Frage: «Wie können vermöge der mathematischen Urtheile Naturgesetze gewonnen werden? In abstracto und in concreto zu beleuchten», oder Schleiden: «Unter welchen Bedingungen kann Mathematik auf die Bestimmung intensiver Größen angewendet werden?».[475] Die meisten Lösungen gingen jedoch zum umfangreichsten Bereich, der Mathematik, ein. Zu den Stiftern der Preise zählten neben Schlömilch und Kunze u. a. Schaeffer, E. E. Schmid, Schrön, Snell, Suckow und Zeiss. Aufgrund der stark nachlassenden Beteiligung an der Lösung der Aufgaben fand die letzte Preisverleihung im März 1866 statt.

Theorie der Gase» (Abbe, 26. Mai 1864), «Entwicklung der Grundlehren der Phoronomie» (Abbe, 22. November 1864) «Ueber mathematische Philosophie» (Knopf, 1876). (ThULB, 8 Hist. Lit. VI, o. 98, 1 (1 – 6), Erinnerungsblätter der Mathematischen Gesellschaft zu Jena 1859 – 1882, Verzeichnis der Vorträge, Preisaufgaben etc.)

474 Zu Kunze vgl. [Hauschild 1990].

475 ThULB, 8 Hist. Lit. VI, o. 98, 1 (1 – 6), Erinnerungsblätter der Mathematischen Gesellschaft zu Jena. 1862

Das Ende der Mathematischen Gesellschaft dürfte im Jahre 1884 liegen.[476] Mit der Berufung Thomaes und der Gründung des Mathematischen Seminars eröffnete sich den Studierenden ab 1879 eine Gelegenheit zum Vortragen und zur Diskussion im universitären Rahmen. Schaeffer beteiligte sich jedoch nicht an der Durchführung von Übungen im Rahmen des Mathematischen Seminars. Die letzte Ausgabe der «*Erinnerungsblätter der Mathematischen Gesellschaft zu Jena*» erschien 1882.

[476] In den Jahresberichten des Mathematischen Seminars zu Jena fand Schaeffers Mathematische Gesellschaft letztmalig im Berichtszeitraum Ostern 1883 bis Ostern 1884 Erwähnung. UAJ, C 841, Bl. 8 – 17. Vgl. auch: [Tobies 1984], S. 35; [Kreiser 2001], S. 293.

5 Mathematische und physikalische Forschungen an der Universität Jena

In diesem Kapitel soll ein Überblick über die Forschungen zur Mathematik und Physik sowie zu den Nachbargebieten wie Astronomie und Meteorologie gegeben werden. Für die Darstellung entstand hinsichtlich der disziplinären Zuordnung zunächst eine gewisse Schwierigkeit aus der Tatsache, dass erst am Ende der 1870er Jahre eine Trennung der Lehrstühle für Mathematik und Physik vorgenommen wurde (vgl. Abschnitt 3.8). Außerdem gab es weitere Professuren, bei denen die Berufung ebenfalls für mehrere Fachgebiete, etwa für Mathematik und Astronomie erfolgte. Aus dieser Situation heraus haben sich nicht nur die Lehrstuhlinhaber, sondern auch mehrere andere Lehrkräfte in einem großen Teil des Untersuchungszeitraums bemüht, die jeweiligen Gebiete sowohl in der Lehre als auch in ihren Forschungen zu vertreten. Die folgende Gliederung folgt deshalb chronologischen und inhaltlichen Gesichtspunkten gleichermaßen, wobei die einzelnen Gelehrten an einer Stelle jeweils mit der ganzen Breite ihrer Forschungen behandelt werden. Dies erscheint auch sinnvoll, da sich mehrere Dozenten, unter anderem die beiden Lehrstuhlinhaber Fries und Snell, den beiden Disziplinen von einem allgemeinen philosophischen Standpunkte näherten.

5.1 Die Forschungen am vereinigten Lehrstuhl für Mathematik und Physik

5.1.1 Physik als Teil der „angewandten Mathematik“: Die Ära Voigt

Die Mathematik und Physik wurden im zweiten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts von Voigt und von Münchow vertreten. Voigt hat in dem hier betrachteten Zeitraum nichts mehr publiziert. Er war jedoch während seiner vorhergehenden Jenenser Jahre schriftstellerisch recht aktiv, so dass ein hinreichend genaues Bild seines Einflusses auf das Wechselverhältnis zwischen Mathematik und Physik entsteht. In seinen Forschungen bewegte er sich auf niedrigem Niveau und zeigte sich durchweg als Vertreter der im 18. Jahrhundert verbreiteten Ansichten. So bestimmte er in den *Grundlehren der reinen Mathematik* die angewandte Mathematik als eine Wissenschaft, die sich auf alles erstreckte, das messbar war, und die somit unter anderem Statik und Mechanik, Hydrostatik und Hydraulik sowie Aerostatik und Aerometrik, weiterhin Optik, Katoptrik und Dioptrik, Perspektive, Astronomie, Geographie, mathematische Zeitrechnung, Sonnenuhrenkunst, Geschützkunst (Artillerie), Kriegsbaukunst, Architektur und Wasserbaukunst umfasste. Das Studium dieser Anwendungsgebiete konnte aber nicht auf deren bloße mathematische Behandlung beschränkt werden. Es bedurfte weiterer Kenntnisse, um die Natur und die Eigenschaften der untersuchten Dinge zu erfassen.[477] Das Verhältnis von Mathematik und Physik war somit Bestandteil dieser noch wenig spezifischen Auffassungen zur angewandten Mathematik. Die Subsumierung der physikalischen Sachverhalte unter den sehr breit gefassten Begriff der angewandten Mathematik darf nicht über das niedrige Niveau dieses Wechselverhältnisses hinwegtäuschen. Die aus den beiden Disziplinen eingebrachten Kenntnisse waren meist sehr elementar. Es kann deshalb auch nicht von einer mathematischen Physik gesprochen werden, da der dadurch suggerierte Vergleich zu den zur gleichen Zeit von den französischen Mathematikern und Physikern vorgelegten Resultaten völlig verfehlt wäre. Es sei aber anerkannt, dass sich Voigt in seinen Forschungen bemühte, die Mathematik und ihre Anwendungen umfassend zu vertreten, und zu mehreren Anwen-

[477] Voigt 1791, S. 7 – 12

dungsgebieten monographische Abhandlungen publizierte.[478] In seinem Kursus der angewandten Mathematik bemühte er sich zugleich, den Abstand zu dem europäischen Forschungsniveau zu verringern, indem er «manches was sonst nur in der höhern Mathematik Platz findet, hier wenigstens der Hauptsache nach» mit berührte.[479] Er begründete dies mit den einerseits wenig oder gar nicht zu Stande kommenden Vorlesungen zur höheren Mathematik und andererseits mit dem weitgehenden Gebrauch dieser Lehren. Hinsichtlich Letzterem nahm er faktisch als Beleg «etwas vom Pendel, von den Centralkräften, vom Stoß der Körper, von den allgemeinsten Gesetzen der Bewegung und Gravitation» in seine Monographie auf.[480] In diesem Buch setzte er die in den *Grundlehren der reinen Mathematik* entwickelte Einteilung der angewandten Mathematik konsequent um und betonte den engen Zusammenhang von reiner und angewandter Mathematik. Diese aktive Auseinandersetzung mit Fragen der Physik, Astronomie und der Naturlehre dürfte eine wichtige Rolle bei der zusätzlichen Berufung für das Lehrgebiet der Physik gespielt haben (vgl. Abschnitt 3.1).

Da Münchow für mehrere Jahre die Direktion über die neu errichtete Sternwarte oblag, werden seine Forschungen in einem gesonderten, den Astronomen gewidmeten Abschnitt behandelt. In dem hier betrachteten Zeitraum wirkten neben Voigt noch Werneburg, Fries und Wahl auf mathematisch-physikalischem Gebiet.[481] Werneburg, der nach einigen gescheiterten Versuchen im Herbst 1818 erfolgreich um die Venia Legendi an der Salana nachsuchte, scheint in den fast zwei Jahrzehnten zwischen Promotion und Habilitation in Jena seine Kenntnisse deutlich erweitert zu haben. Doch auch einige seiner nachfolgenden Arbeiten blieben nicht unwidersprochen. Im Jahr nach seiner Promotion war er mit mehreren Arbeiten zur Mathematik und zur Philosophie sowie einer zur Theorie der Windmühlenflügel[482] hervorgetreten. In der Mathematik stellte er ein neues Zahlensystem zur Basis zwölf vor, das er als ein

[478] Neben dem Überblickswerk *Grundlehren der angewandten Mathematik* [Voigt 1794] seien die Bücher zur Theorie des Feuers, d. h. zur Erklärung verschiedenster physikalischer und chemischer Erscheinungen, sowie zur Kartographie und Astronomie erwähnt (Voigt 1793; Voigt 1810).

[479] Voigt 1794, Vorrede [S. VI]

[480] Voigt 1794, Vorrede [S. VII]

[481] Zu Fries und Wahl vgl. den folgenden Abschnitt.

[482] Werneburg 1800d

vollkommenes bezeichnete und in dem er die geeignete Basis für die Wissenschaft sah. Er erläuterte die von ihm erkannten Vorzüge dieses Systems, speziell bei der Anwendung als Maß-, Gewichts- und Münzsystem, und behandelte die arithmetischen Operationen mit diesen Zahlen.[483] Eine weitere Schrift widmete er der strengen Herleitung der unendlichen Reihe für das Verhältnis von Durchmesser zu Umkreis, also von π, «frei von aller Anwendung der unvollkommenen und unmathematischen Differenzial- und Integral- oder Fluxions-Rechnung eines Leibnitz oder Newton».[484] Diese Ablehnung der Differential- und Integralrechnung ist insbesondere deshalb interessant, da er später für seine Gewandtheit in der höheren Analysis gelobt wurde. In der Philosophie versuchte er u. a. Fichtes System als unhaltbar nachzuweisen.[485] Eine nennenswerte Wirksamkeit konnte für keine dieser Schriften festgestellt werden. Dafür spricht unter anderem, dass der offenbar beabsichtigte zweite Teil über das neue Zahlensystem nicht erschienen ist. Werneburg kam aber 1819 am Beginn seiner Jenaer Lehrtätigkeit auf diese Thematik zurück. In seinem Lehrbuch der Arithmetik führte er die arithmetischen Operationen sowohl für das Dezimal- als auch für das Zwölfzahlsystem ein. Aus didaktischen Gründen bevorzugte er dabei die genetische Methode, bei der er die einzelnen Operationen für bestimmte und für unbestimmte Zahlen [d. h. für Buchstaben] nebeneinander stellte und erläuterte. Inhaltlich ging er über die frühere Monographie hinaus und behandelte noch Potenzen und Wurzeln, Potenzen von Binomen und Polynomen sowie Logarithmen. Bemerkenswert ist der dabei ausdrücklich formulierte Verzicht auf Elemente der Differential- und Integralrechnung.[486]

In den eineinhalb Jahrzehnten nach seiner Göttinger Habilitation hatte Werneburg wenig publiziert, erst ab 1817 ist wieder eine markante Zunahme in der Anzahl seiner Forschungsarbeiten zu verzeichnen. In diesem Jahre erschienen von ihm zwei physikalische Arbeiten, in denen er sich mit der Farbenlehre bzw. mit der Fallbewegung auseinandersetzte. Im ersten Fall strebte er eine korrekte Beurteilung der Farbenlehren

[483] Werneburg 1800a
[484] Werneburg 1800b
[485] Werneburg 1800c
[486] Werneburg 1819, S. 6

von Newton bzw. von Goethe an.[487] Er verteidigte die Letztere gegen den Vorwurf, ohne konkrete Messergebnisse zu arbeiten, und gründete seine Überlegungen zum Brechungsvorgang auf gewisse Urerscheinungen, die die durch Brechung hervorgerufenen Wahrnehmungseffekte beschreiben. Diese einfachen Urerscheinungen bzw. Urerfahrungen basierten auf der experimentellen Praxis und schienen sich durch die Experimentalphysik nicht weiter vereinfachen zu lassen. Nach einigen Ausführungen zum Brechungsvorgang beschrieb Werneburg mehrere Versuchsanordnungen, um die Entstehung der (Spektral-)Farben bei der Lichtbrechung an Prismen zu demonstrieren. Er deckte dazu auf der Seite des Lichteintritts oder des Lichtaustritts einen Teil der Prismenfläche ab, die Farben entstanden dann jeweils an der Grenze des dunklen, abgedeckten Bereichs zu dem lichtdurchlässigen Gebiet. Durch Variation der Abdeckung erhielt er zum einen verschiedene Farben, zum anderen besondere Effekte wie den Bereich eines reinen Lichtes bzw. einen Kernschatten. Bei weiteren Experimenten mit unterschiedlichen Prismen zeigte er unter anderem das Auftreten von «zweiten oder dritten Bildern», die aus Reflexionen innerhalb des Prismas resultierten. Die verschiedenen beobachteten Farberscheinungen interpretierte er zu Gunsten von Goethes Lehre, in einigen Fällen sah er einen Widerspruch zu Newtons Auffassungen. Den Anhängern der Newton'schen Lehre warf er vor, bei ihrer Beschreibung dieser Erscheinungen mit unendlich kleinen Größen zu arbeiten und einige von ihm beschriebene Effekte zu ignorieren.

Für seine Arbeit erntete Werneburg «einige lieblose und verkennende Urtheile»[488]. Dies veranlasste vermutlich Oken als Herausgeber der Zeitschrift *Isis*, dieselbe in seinem Journal in Form einer Anzeige vorzustellen. Oken beschränkte sich im Wesentlichen auf eine recht genaue inhaltliche Wiedergabe von Werneburgs Ideen und Darlegungen. Er bemühte sich um eine objektive Einschätzung, lobte dessen sorgfältige Ausführung der Ideen und wies die unsachgemäße Kritik einiger Rezensenten zurück. Seine Bemerkung, dass einige Berechnungen und Anwendungen der Formeln fortbestehen, egal ob man Newtons oder Goethes Farbenlehre

[487] Werneburg 1817a
[488] Oken 1818a, Sp. 433

vertritt, kann als symptomatisch für den damaligen Kenntnisstand gelten.[489]

Insgesamt präsentierte Werneburg eine Reihe von scharfsinnig ausgedachten und lehrreichen Versuchen, die in den Physiklehrbüchern jener Zeit nicht enthalten waren. Eine schlüssige Erklärung der dabei auftretenden Farberscheinungen wie allgemein der Brechungsvorgänge an Prismen gelang ihm nicht.

In einer Arbeit zur kritischen Analyse der Fallbewegung ging er von der Grundannahme aus, dass sich die Fallzeit eines Körpers auf einem Kreisbogen (oder einer anderen Kurve) zur Zeit, die der Körper beim Fallen auf der entsprechenden Sehne benötigt, verhält wie die Länge der Kurve zur Sehne. Die für das Fallen eines Körpers in gerader (senkrechter) bzw. schiefer gerader Linie abgeleiteten Relationen, etwa zwischen den Differentialen der Zeit t und des Weges s, könnten nicht auf beliebige Kurven übertragen werden.[490] Im letztgenannten Fall würde die Fallgeschwindigkeit c nicht linear von der Zeit abhängen und deshalb müsse der allgemeinere Differentialausdruck $\mathrm{d}s = c\,\mathrm{d}t + t\,\mathrm{d}c$ verwendet werden. Gleichzeitig postulierte er, dass «gar wol und nothwendig die Geschwindigkeiten in allen und jedem Fallen der Körper in veränderlich schiefen Linien und in KurvenBögen bey aller Stauchung in denselben – genau im Verhältnis der halben Potenzen der senkrechten Höhen des Falles der Körper» stehen.[491] Bei Einhaltung dieser Prämissen ergab sich eine Reihe von Resultaten, die von der bisherigen Behandlung allgemeiner Bewegungsprobleme abwichen. Werneburg verifizierte dies unter anderem durch die beispielhafte Berechnung der Fallzeit für die Bewegung längs eines Kreisbogens bzw. längs Zykloiden und dem Vergleich derselben mit jener für die Bewegung längs der zugehörigen Sehne. Seine Ausführungen endeten mit einigen Aussagen zur Brachistochrone.[492]

So absurd mehrere Feststellungen aus heutiger Sicht auch erscheinen mögen, in jener Zeit waren sie es nicht. In einer Anzeige dieser Arbeit sprach der anonyme Rezensent, vermutlich Oken, von einer «merkwürdigen» Schrift, «welche sehr scharfsinnige Zweifel und Kriterien gegen

[489] Oken 1818a, Sp. 445 f.
[490] Werneburg 1817b, S. 10
[491] Werneburg 1817b, S. 12
[492] Werneburg 1817b, S. 36

die zeitherige Entwickelung der Lehre vom Fall der Körper in Curven und in andern wiederholt gebrochenen Linien beybringt, welche in der Physik und höheren Mechanik nicht unbeachtet und ohne sie wohl erwogen zu haben,» nicht bei Seite gelegt werden kann, wenn man den Resultaten des Verfassers [Werneburg] auch nicht gleich zustimmt.[493] Er prophezeite Werneburg jedoch, er werde wegen dieser kritischen Analyse auf eine mächtige Gegnerschaft stoßen.

Werneburg unterzog den Bewegungsvorgang fünf Jahre später nochmals einer detaillierten Untersuchung. Nach einigen allgemeinen Bemerkungen zum Weg-Zeit-Gesetz $s = c \cdot t$ wiederholte er faktisch seine früher gewählte Ausgangsthese: «Das Wahre und allein Richtige ist, weil die Schwere oder Ueberwucht allein in der lothrechten Linie zu wirken das Bestreben hat, der Körper mag in einer geraden oder krummen Linie nur schief herabfallen können oder gefallen seyn; so sind auch Fallzeit, Fallgeschwindigkeit und Fallraum direct und allein auf die lothrechte Fallhöhe oder Richtung der Schwere zu beziehen, [...]»[494] Ausgehend von dieser Voraussetzung analysierte er dann die Fallbewegung längs einer Kurve und die Bahn geworfener Körper. Der Rezensent, der als Physiker unbekannte Heinrich Carl Friedrich Müller lobte die Gediegenheit der Darlegung und machte sich zum Verteidiger von Werneburgs Ansichten. Er hoffe, dass die mathematischen Physiker über die Natur des hier behandelten Stoffes mit dem Verfasser einverstanden seien. Da er offenbar keinen Fehler in der Schrift entdeckt hatte, argumentierte er weiter, die Darlegungen Werneburgs als Wahrheit anzuerkennen, bis darin ein «Irrthum im Gang der mathematischen Schlußfolge» nachgewiesen werde.[495] Indirekt bestätigte er damit zugleich die deutliche Ablehnung, die Werneburgs Arbeiten erfuhren.

Auf mathematischem Gebiet war Werneburg, abgesehen von der schon erwähnten Monographie zur Arithmetik und einer kurzen Skizze zur Konstruktion von Kurven in jenen Jahren nicht aktiv. Er blieb dem eingeschlagenen Weg der kritischen Durchsicht einzelner physikalischer Teilgebiete bzw. Theorien treu. 1824 studierte er den Klang als Urphänomen und zwei Jahre später einen sogenannten Himmelskompass, mit dem an jedem Ort die Abweichung der Magnetnadel

[493] Oken 1818b, Sp. 844
[494] Werneburg 1822, Sp. 173/74
[495] Müller 1826, Sp. 774

festgestellt werden konnte und der für die Schifffahrt bedeutsam war. Die letztgenannte Abhandlung hatte hauptsächlich beschreibenden Charakter, erläuterte verschiedene Anwendungen des Kompasses und stellte den Zusammenhang mit einer 40 Jahre früher von Philipp Hahn (1739 – 1790) konstruierten Universalsonnenuhr her.[496] Mit der Analyse der Entstehung von Tönen (Klängen) knüpfte Werneburg im weitesten Sinne an eine von ihm 1812 verfasste populäre *MusikSchule* [497]an. Als entscheidende Bedingung für die Entstehung von Klängen erkannte er das Vorhandensein von Spannungen in dem Klangkörper: «Bei einem sonst noch so klangfähigen Körper sind keine Klänge möglich, ohne eine gewisse Spannung desselben; [...]»[498] Auf dieser Grundlage diskutierte er die Entstehung der Chladni'schen Klangfiguren, verglich die Schwingungen eines Klangkörpers mit Pendelschwingungen und skizzierte Unterschiede zwischen den Schwingungen eines Stabes und einer Saite. Als Fazit der Untersuchungen konstatierte er, dass «sobald nicht an eine Akustik als Wissenschaft zu denken» sei und diese «eine eigenthümliche, naturphilosophische, mathematische Entwickelung» erfordere.[499]

Nach der Entstehung von Tönen widmete sich Werneburg schließlich der Theorie des Sehens und kam auch hier zu einer von der vorherrschenden Lehrmeinung abweichenden Auffassung. Nach seiner Meinung konnte der Sehvorgang nicht erklärt werden, indem man das Auge wie ein dioptrisch-katoptrisch zusammengesetztes Instrument betrachtete. Diese Erklärung müsse auf subjektive Weise geschehen, wozu er das Konzept der Büschel bzw. Kegel von Sichtstrahlen entwickelte. Diese gingen von den inneren Punkten des Auges aus, stießen mit den von den Gegenständen entgegenkommenden Lichtstrahlen zusammen und das Auge bzw. der Sehsinn stellten sich dann den Gegenstand in richtiger Lage und Stellung vor.[500] Auf dieser Basis behandelte er die Spiegelung an verschiedenen Flächen und den entsprechenden Sehvorgang. In diesem Zusammenhang führte er auch mehrere Berechnungen zum Strahlengang durch und bestimmte die

[496] Werneburg 1826, S. 626
[497] Werneburg 1812
[498] Werneburg 1824, S. 129
[499] Werneburg 1824, S. 141
[500] Werneburg 1829, S. 577

Gestalt von Hohlspiegeln, die diese annehmen mussten, um vorgegebene Eigenschaften zu besitzen. Werneburgs Theorie wurde unmittelbar bei ihrem Erscheinen kritisiert.[501] Münchow lehnte die vorgelegte Erklärung des Sehvorgangs ab, sowohl hinsichtlich der Wahrnehmung der Bilder auf der Netzhaut als auch wegen der Probleme, die dabei insbesondere durch die Durchkreuzung der Lichtkegel entstanden. Er zeigte dann, dass Werneburgs Theorie nicht so leistungsfähig war, wie die gegenwärtig benutzte. In Fällen, in denen die vorliegende Theorie zu befriedigenden Ergebnissen führte, lieferte sie «kein völlig bestimmendes Prinzip für den Ort der Bilder». Weiterhin wies sie bei der Betrachtung von sphärischen Spiegeln und von Luftbildern Mängel auf und bot keinen erfolgreichen Lösungsansatz für die Probleme, die bisher nur ungenügend oder gar nicht behandelt werden konnten.

Mit Werneburg besaß die Salana eine Lehrkraft, die in beiden Disziplinen über gute Kenntnisse verfügte und in der Lage war, diese bei der Bearbeitung physikalischer Probleme einzusetzen. Darüber hinaus zeigte er ein deutliches Streben nach einem theoretischen Durchdringen und mathematischen Erfassen der Sachverhalte. Seine durch empirische Erfahrungen motivierten Ansätze erfuhren teils heftigen Widerspruch, erwiesen sich bei der Bearbeitung einiger physikalischer Erscheinungen sowie beim Aufbau der Arithmetik als erfolglos und bescherten ihm eine geringe Wirksamkeit. Dabei gilt es zu beachten, dass er zum einen teilweise Themen in Angriff nahm, die in jenen Jahren noch sehr kontrovers diskutiert wurden, zum anderen aber in mehreren Fällen nicht den fortgeschrittensten Forschungsstand kannte. Trotzdem ist er als eine Bereicherung des Jenenser Lehrkörpers zu bewerten, die bei einem günstigerem Umfeld durchaus zu einer stärkeren Förderung von Mathematik und Physik sowie ihrer Wechselbeziehungen hätte führen können.[502]

[501] Münchow 1829

[502] Die Einschätzung von Fricke, Werneburg habe die anderen Jenaer Mathematiker, besonders Ordinarius Voigt, an mathematischer Begabung weit übertroffen, kann unterstrichen werden. Die dabei vorgenommene Einschränkung, Posselt sei eventuell gleichwertig gewesen, erscheint unnötig. In diesen Vergleich hatte Fricke Fries, den er nur als Philosoph sah, wohl nicht einbezogen. (UAJ, J 12, Bd. 2, S. 520)

5.1.2 Mathematik und Physik im Rahmen der mathematischen Naturphilosophie: Fries und seine Schüler

Einen deutlichen über Jena hinausgehenden Einfluss übte Voigts Nachfolger Fries auf die Gestaltung von Mathematik und Physik aus. Im Jahre 1816 als Professor für Metaphysik und Logik berufen, näherte er sich beiden Gebieten wie auch weiteren Teilen der Naturwissenschaften aus einer allgemeinen philosophischen Perspektive und schenkte unter anderem deren Grundlegung, der klaren Bestimmung der Erkenntnisgewinnung und den dabei angewandten Methoden große Aufmerksamkeit. Bereits in seiner Heidelberger Zeit hatte er hierzu im Jahre 1811 mit den beiden Abhandlungen zur Logik und 1813 mit seinem *Entwurf des Systems der theoretischen Physik* wichtige Beiträge geliefert.[503] Die Monographien waren Bestandteil seines umfassenden philosophischen Schaffens, das in seiner Bedeutung lange nicht adäquat gewürdigt wurde. Weder das Fries'sche philosophische Gesamtwerk, sein System der Philosophie, noch seine mathematische Naturphilosophie können hier im Detail dargestellt und analysiert werden, hierzu sei auf den von Hogrebe und Herrmann herausgegebenen Tagungsband und die Monographie von Herrmann verwiesen.[504] Im Folgendem sollen nur einige für die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik wichtige Aspekte hervorgehoben werden.

Eine grundlegende Bedeutung kommt dabei dem im Jahre 1822 von Fries veröffentlichten Überblick über die mathematische Naturphilosophie zu.[505] Er knüpfte direkt an die von Immanuel Kant in seiner Monographie *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*[506] entwickelten Ideen an und ging in kritischer Auseinandersetzung mit diesen darüber hinaus, indem er unter anderem weitere naturwissenschaftliche Gebiete in seine Betrachtungen einbezog und neuere Entwicklungen in den Naturwissenschaften berücksichtigte. Außerdem reflektierte er naturphilosophische Ansichten von Johannes Kepler (1571 – 1630), Isaac Newton und Gottfried Wilhelm Leibniz sowie die Arbeiten französischer

[503] Fries 1811a; Fries 1811b; Fries 1813a
[504] Hogrebe/Herrmann 1999; Herrmann 2000
[505] Fries 1822
[506] Kant 1786

Mathematiker und Physiker wie Joseph Louis Lagrange, Sylvestre François Lacroix (1765 – 1843), Joseph Jérôme Lalande (1732 – 1807), Pierre Simon Laplace und Jean Arago (1786 – 1853). Da er «die Natur eines Wesens» darin sah, «daß der Wechsel seiner Zustände nach Gesetzen mit Nothwendigkeit bestimmt» sei, und er Gleiches für den Wechsel der Zustände aller Wesen in der Sinnenwelt feststellte, bestimmte er «alle menschliche Wissenschaft [als] *Naturwissenschaft*». Folglich betraf «alle unsre wissenschaftliche Erkenntniß diese Unterordnung der Erscheinungen in der Sinnenwelt unter ihre Gesetze».[507] «[J]edes wissenschaftliche Ganze» war nach Fries «aus *Philosophie*, *Mathematik* und *Empirie* zusammengesetzt». Es müsse «aus *Wahrnehmungen, abstracten Lehren der reinen Vernunftwissenschaft* und *theoretischen Lehren*, welche den Zusammenhang der Thatsachen der Wahrnehmung aus den Gesetzen der reinen Vernunftwissenschaft zu erklären haben, gebildet werden», wobei dafür «empirische, speculative und inductorische Methoden» heranzuziehen und zu verknüpfen seien.[508]

In der Naturwissenschaft, die aus sehr ungleichartigen Teilen zusammengesetzt war, hatte er bereits in seinem *System der theoretischen Physik* einerseits hinsichtlich ihres Gegenstandes unterschieden zwischen «*Naturbeschreibung*, welche die Beschaffenheit einzelner Körper und ihrer Veränderungen kennen lehrt, und *Naturlehre*, welche die Naturgesetze der Körperwelt zur Einsicht bringen will.» Andererseits teilte er sie bezüglich der Methode in «*Naturphilosophie, angewandte Mathematik, empirische Naturlehre* (Experimentalphysik) und *Naturbeschreibung*» ein, was im Wesentlichen den obigen Festlegungen entsprach. Die ersten beiden zielten auf die «Bestimmung der philosophischen und mathematischen Naturgesetze», die dritte beschäftigte sich «mit den durch die Erfahrung zu erforschenden Naturgesetzen, die letzte nur mit Erzählung und Beschreibung».[509] Aus «diesem Ganzen der Naturwissenschaften» konzentrierte sich Fries auf die mathematische Naturphilosophie, in der Metaphysik und Mathematik in Verbindung traten und das Verhältnis der mathematischen Gesetze zu den metaphysischen Grundgesetzen den eigentlichen Gegenstand der Untersuchung bildete.[510] Die «Natur

[507] Fries 1822, S. 1
[508] Fries 1822, S. 4, Hervorhebung im Original
[509] Fries 1813a, S. 6 f., Hervorhebung im Original
[510] Fries 1822, S. III f.

der mathematischen Abstractionen» sollte erörtert «und ihr Anspruch an Gültigkeit im Ganzen der menschlichen Erkenntniß bestimmt werden».[511]

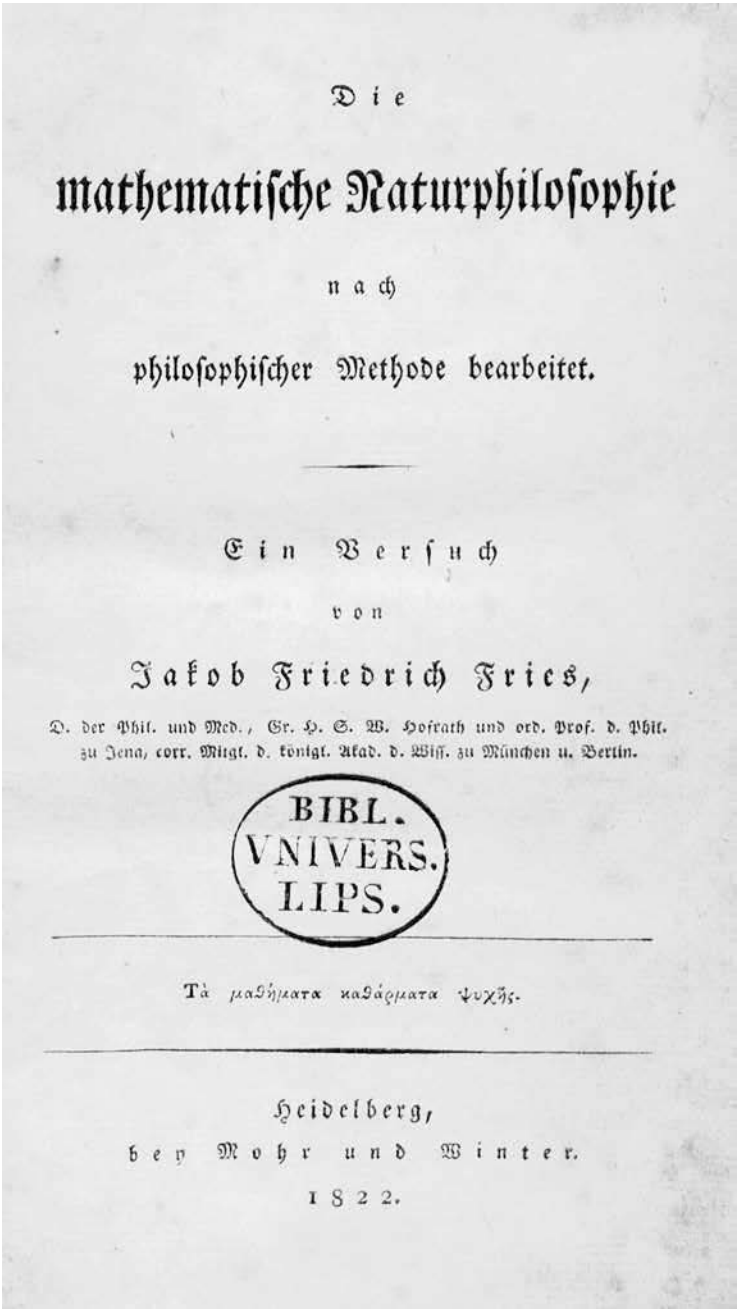
Es handelte sich somit unter anderem darum, die Rolle der Mathematik in den Naturwissenschaften zu begründen sowie den Rahmen ihrer Anwendbarkeit zu erweitern und genauer festzulegen. Wie jede Vernunftwissenschaft zerfiel die Mathematik in eine reine und eine angewandte. Die reine Mathematik hatte dabei jedoch nach Fries den Mangel einer leeren Abstraktion, sie war ein System mathematischer Formen. Um in der sinnlichen Welt wirksam werden zu können, bedurfte sie der Ergänzung durch eine «theoretische Lehre der Anwendung», diese wurde durch die Philosophie der angewandten Mathematik oder die reine Bewegungslehre geliefert.[512] Auf dieser Basis bildete die Mathematik einen Grundpfeiler bei der Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften. Sie schrieb

> «allen Naturlehren mit Nothwendigkeit die obersten Gesetze der Bewegung und die Formen der Grundkräfte, durch welche alles bewirkt wird, so wie die obersten Formen aller Processe, unter denen die körperlichen Stoffe in Wechselwirkung kommen, vor.»[513]

Diese mathematische Naturerkenntnis «soll uns die Gesetze möglicher Hypothesen über die Natur der Körper angeben; bestimmen, welche Voraussetzungen zulässig seyen, welche als die einfachsten von allen anzusehen seyen und welche mathematisch bestimmbaren Folgen jede einzelne solche Hypothese mit sich führe.»[514]

Sich vornehmlich auf die Physik beziehend, konstatierte Fries in seinem *Lehrbuch der Naturlehre*: Die Mathematik lehre in allen Teilen der Naturlehre die Werkzeuge zu verfertigen, mit denen allein eine genaue Beobachtung gelingt, folge den Beobachtungen mit präziser Messung und Berechnung und sei bestrebt, aus allgemeinen Gesetzen auf der Grundlage von Beobachtungen den Verlauf der Erscheinungen rechnerisch vorauszubestimmen.[515] Nur indem die beobachteten Tatsachen allgemeinen mathematischen Gesetzen untergeordnet würden, könne

[511] Fries 1822, S. 9
[512] Fries 1822, S. 49 f.
[513] Fries 1822, S. 32
[514] Fries 1822, S. 30
[515] Fries 1826, S. 25



Die

mathematische Naturphilosophie

nach

philosophischer Methode bearbeitet.

Ein Versuch

von

Jakob Friedrich Fries,

D. der Phil. und Med., Gr. H. S. W. Hofrath und ord. Prof. d. Phil. zu Jena, corr. Mitgl. d. königl. Akad. d. Wiss. zu München u. Berlin.

BIBL. VNIVERS. LIPS.

Τὰ μαθήματα καθάρματα ψυχῆς.

Heidelberg,

bey Mohr und Winter.

1822.

Abbildung 5.1
Titelblatt von Fries' Monographie zur mathematischen Naturphilosophie

die Wissenschaft Vollständigkeit erlangen. Hierfür waren Abstraktionen unumgänglich.

Dem Verhältnis von Theorie und Praxis und den einzelnen Stufen auf dem Weg zu vollständiger wissenschaftlicher Erkenntnis widmete Fries große Aufmerksamkeit. Um von den Wahrnehmungen der Erscheinungen durch Abstraktion zur Erkenntnis der allgemeinen Naturgesetze zu gelangen, bediente er sich der «inductorischen Methoden», bei denen er wiederum zwischen der eigentlichen Induktion, der Hypothese und den Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung unterschied. Die verwendete Methode lieferte dabei bereits einen Hinweis auf die unterschiedlichen Grade an Zuverlässigkeit der erzielten Ergebnisse. Eine Überprüfung durch die Erfahrung verhinderte ein Abgleiten des Geistes in reine Phantastereien.

> «Man kann freylich z. B. in der reinen Bewegungslehre mit rein mathematischen Hülfsmitteln allein große Theorien scharfsinnig ausspinnen, aber ob dies der Mühe lohne oder nicht, muß doch am Ende immer die Erfahrung entscheiden, je nachdem sie uns Anwendungen solcher Theorien anbietet oder nicht.»[516]

Zugleich durften die aufgestellten Hypothesen bzw. die erkannten Gesetze unter Verwendung der mathematischen Schlußregeln nicht zu widersprechenden Aussagen in der Theorie führen. Dabei kamen insbesondere die in dem *Grundriß der Logik* entwickelten Regeln zum Tragen.

Mit seiner philosophischen Behandlung der Mathematik, die Fries als einer der Ersten am konkreten Beispiel durchführte, hat er mit der dabei vorgenommenen Separierung von reiner und angewandter Mathematik und der Ausblendung der Begründungsfragen[517] ohne Zweifel die in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts erfolgende Formierung der sogenannten reinen Mathematik indirekt mitgefördert. Die Analyse der allgemeinen Eigenschaften der mathematischen Operationen im Rahmen der «Syntaktik oder Combinationslehre» hat die Herausarbeitung formaler algebraischer Aspekte bei den einzelnen Verknüpfungen beeinflusst. Fries knüpfte dabei an die Arbeiten der kombinatorischen Schule des Leipziger Mathematikers und Physikers Carl Friedrich Hindenburg (1741 – 1808) an. Ob er möglicherweise auch Anregungen aus der

[516] Fries 1826, S. 26
[517] Fries 1822, S. 9, 48 f., 34 ff.

Philosophie von Étienne Bonnot de Condillac (1714 – 1780) bzw. den Arbeiten französischer Mathematiker, speziell zur Operatorenrechnung, aufnahm, muss offen bleiben. Er nahm aber die Werke der französischen Mathematiker zumindest teilweise zur Kenntnis. Dies belegen seine Rezension der deutschen Übersetzung der *Géométrie de Position* von Lazare Carnot (1753 – 1823) und die Auseinandersetzung mit Laplace, Lacroix und Denis Poisson (1781 – 1840) sowie mit dem Marquis de Condorcet (1743 – 1794) in der allerdings später (1842) erschienenen Kritik der Prinzipien der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Fries' Syntaktik fand ihrerseits wieder eine Rezeption durch die Gebrüder Hermann Günther (1809 – 1877) und Robert Graßmann (1815 – 1901) in deren Formenlehre.[518] Weitere eng mit philosophischen Überlegungen verbundene Themen, mit denen Fries sich auseinandersetzte, waren die Begründung der negativen Zahlen und die Konzepte der Stetigkeit und des Unendlichen.[519]

Von seinem allgemeinen philosophischen Standpunkt aus entwickelte Fries in der Monographie zur mathematischen Naturphilosophie einen systematischen und in sich schlüssigen Überblick über die Mathematik. Dieser beinhaltete nach der Arithmetik die Analysis mit der Lehre von den Funktionen und die Algebra als die Bestimmung der Lösung von Gleichungen sowie die Geometrie. Die Analysis reichte bis zur Differentialrechnung, zu Reihenentwicklung und dem Taylor'schen Satz, wobei Fries die Integration als Umkehrung der Differentiation auffasste und entsprechend der kombinatorischen Analysis als Entwicklung der «Ableitungen mit negativem Anzeiger» interpretierte. Außerdem warf Fries einen kurzen Blick auf Funktionen mit mehreren Veränderlichen, speziell das totale Differential, und die Elemente der Variationsrechnung.

An dieser Stelle sei zugleich seine kritische Auseinandersetzung mit den Prinzipien der Wahrscheinlichkeitsrechnung gewürdigt, die speziell von Gauß sehr gelobt wurde.[520] Am Beginn stand eine eingehende naturphilosophische Einordnung der wahrscheinlichkeitstheoretischen Methoden als induktive Methoden, um «durch Erfahrung der Natur ihre Gesetze ab[zu]fragen». Fries sonderte unter anderem alle

[518] Schubring 1996

[519] Fries 1810; Fries 1822, Kap. II. i

[520] Fries 1842. Hinsichtlich der lobenden Äußerungen von Gauß vergleiche [Nelson 1906].

jene Wahrscheinlichkeiten aus, die nur durch ein subjektives Gefühl abgeschätzt und nicht berechnet werden konnten, und bestimmte die «berechnungsfähige Wahrscheinlichkeit» als den Gegenstand der Wahrscheinlichkeitsrechnung.[521] Noch zwischen der Bestimmung der Wahrscheinlichkeit a priori und a posteriori unterscheidend, überblickte er die Ergebnisse der «berechenbaren Wahrscheinlichkeit».[522] Diese führte er immerhin bis zu dem in moderner Terminologie als Gesetz der großen Zahlen bezeichneten Sachverhalt, bevor er sich dann verschiedenen Anwendungen der Wahrscheinlichkeit, unter anderem auf die Naturforschung, zuwandte.

Für die hier besonders interessierenden Beziehungen zwischen Mathematik und Physik ist die von Fries im zweiten Teil der *Mathematischen Naturphilosophie* vorgenommene Darstellung der reinen Bewegungslehre bedeutsam. Gemäß seiner philosophischen Überlegungen gehörte diese zur angewandten Mathematik und war von ihm als die Philosophie der angewandten Mathematik, als «eine auf metaphysische Erkenntniß angewandte Mathematik»[523] charakterisiert worden. In Analogie zu den verschiedenen Schritten beim Übergang von der reinen Mathematik zur angewandten bestimmte er mehrere «Abstraktionen der Bewegungslehre».[524] Im Einzelnen behandelte er die Phoronomie, d. i. die rein mathematische Untersuchung der Bewegungen der Körper im Raum, die Dynamik und die Mechanik. Daran schloss sich in der *Mathematischen Naturphilosophie* dann noch die Stöchiologie an, in der Teile der Physik und der Chemie vereint waren. Vier Jahre später, 1826, definierte Fries in seinem *Lehrbuch der Naturlehre* die Stöchiologie als Stofflehre oder «Lehre von der Verschiedenartigkeit der materiellen Stoffe» und als «eigentliche Aufgabe der Chemie».[525] Die zuvor noch darin enthaltenen Gesetze der Gravitation und der negativen Schwere, der Wärme, des Lichtes und der elektrischen Wirksamkeit bildeten nun den Gegenstand eigenständiger Teilgebiete der «Physik in engerer Bedeutung».[526] Diese

[521] Fries 1842, S. 14, 18 f.
[522] Fries 1842, S. 25
[523] Fries 1822, S. 397
[524] Fries 1822, S. 51
[525] Fries 1826, S. 12
[526] Fries 1826, S. 13 ff. Fries kehrte damit hinsichtlich der Physik in engerer Bedeutung zu einer in dem *Entwurf des Systems der theoretischen Physik* vorgenommenen Einteilung zurück, hatte aber die Chemie vollständig herausgelöst. (Vgl. [Fries 1813a], S. 9 f.)

Physik in engerer Bedeutung, synonym gebrauchte er die Bezeichnungen «Dynamik» oder «Allgemeine Naturlehre», bestimmte Fries «schlechthin [als] die Wissenschaft von den Gesetzen der Bewegung» oder «die Lehre von den verschiedenen Formen der physischen Processe».[527] Sowohl in der *Mathematischen Naturphilosophie* als auch im *Lehrbuch der Naturlehre* zeigte sich Fries sehr gut über den aktuellen Forschungsstand informiert. So bedauerte er im März 1826 bei Abschluss des Manuskripts zur *Naturlehre*, dass er die im Jahr zuvor erschienenen Werke von Gustav Theodor Fechner (1801 – 1887), Johann Samuel Gehler (1751 – 1795) und den Gebrüdern Ernst Heinrich (1795 – 1878) und Wilhelm Weber erst so spät habe berücksichtigen können.[528] Zugleich demonstrierte er am Beispiel der Elektrizitätslehre seine Fähigkeit, die Konsequenzen von neuen wichtigen Entdeckungen richtig zu erkennen. Zu den «Lehren von der Elekticität und dem Magnetismus» konstatierte er, dass seit Ørsteds Entdeckung beide als «zu einem Ganzen gehörend» anerkannt werden müssen.[529]

Für all die physikalischen Untersuchungen war nach Fries die Mathematik, neben der Philosophie, von fundamentaler Bedeutung. Sie war

> «die Grundfeste für die ganze Physik, denn es gibt überhaupt keine Theorie, keine Erklärung der Erscheinungen aus allgemeinen Gesetzen, welche nicht wenigstens mittelbar durch die mathematische Erkenntniß bestimmt würde.»[530]

Diese herausgehobene Stellung der Mathematik folgte, wie bereits dargelegt, aus seiner Philosophie und galt für alle Bereiche der Naturwissenschaft. Die Bedeutung der Mathematik für die Erkenntnisgewinnung in der Physik, für deren Voranschreiten als Wissenschaft stand für Fries außer Frage. Er hatte dies in allgemeiner Weise philosophisch begründet und durch zahlreiche Beispiele belegt. Angesichts der Charakterisierung der Mathematik als ein System von mathematischen Formen, von a priori bestimmten Gesetzen, könnte der zweite Teil der

[527] Fries 1826, S. 12

[528] Fechner 1824; Gehler 1825; Weber/Weber 1825. In diesem Zusammenhang entschuldigte sich Fries, bei den neuen und neuesten Erkenntnissen der Wissenschaft «vielleicht manches bemerkenswerthe nicht beachtet» zu haben (Fries 1826, S. II).

[529] Fries 1826, S. 15. Bei Ørsteds Entdeckung (1820) handelt es sich um die magnetische Wirkung Strom durchflossener Leiter.

[530] Fries 1826, S. 25

Wechselbeziehungen, die Rückwirkung der Physik auf die Mathematik, in Frage gestellt werden. Dies war zwar für Fries kein so zentrales Problem seiner Überlegungen, doch ließ er mehrfach erkennen, dass er derartige Rückwirkungen als feste Bestandteile seines Systems ansah. Die Einflussnahme physikalischer oder allgemeiner naturwissenschaftlicher Erkenntnisse auf die Mathematik geschah hier in indirekter Weise. Nur «durch die Fortbildung der Mathematik» fanden die Menschen jene Methoden, «nach welchen wir die Natur durch Beobachtung und Versuch regelmäßig um ihre Gesetze befragen lernten».[531] Wenn die verfügbaren mathematischen Begriffe, Gesetze und Theorien nicht ausreichten, um die vorliegenden experimentellen Ergebnisse und die weitere Untersuchung der «Körperwelt» systematisch zu ordnen bzw. zu leiten, so war die Ursache dafür nicht nur in der Unvollkommenheit der jeweiligen naturwissenschaftlichen Theorie zu suchen, sondern zugleich eine mögliche Erweiterung der mathematischen Erkenntnisse zu prüfen. Die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik waren somit fest in der Fries'schen Philosophie verankert. Da die Physik ihrerseits eine jener Disziplinen in den Naturwissenschaften verkörperte, in der die «Erklärung der Thatsachen aus allgemeinen Gesetzen» der Mathematik weit fortgeschritten war, erhielten diese Wechselbeziehungen in ihr einen besonderen Stellenwert und waren deutlicher ausgeprägt als bei Gebieten, die diesbezüglich noch am Anfang standen oder gar noch zur Naturbeschreibung zählten. In dem philosophischen Kontext hat er die Entwicklung des Wechselverhältnisses zwischen beiden Disziplinen spürbar mitgestaltet. Aufgrund seiner umfassenden mathematischen und physikalischen Kenntnisse bestachen seine Darlegungen durch ein hohes Maß an Präzision und erhielten, soweit man die philosophische Ausgangsposition nicht grundsätzlich in Frage stellte, eine entsprechende Überzeugungskraft.

Die Wirkung der Fries'schen Ideen soll nun am Beispiel einiger seiner Schüler in den Blick genommen werden, die noch zu dessen Lebzeiten in Lehrpositionen an der Salana tätig waren. Durch Fries' eigene Werke und über seine Schüler haben seine erkenntnistheoretischen Vorstellungen einige bedeutende zeitgenössische Naturwissenschaftler geprägt. Anfang des 20. Jahrhunderts erfuhren sie im Kreis um den Göttinger

[531] Fries 1822, S. 25

Philosophen Leonhard Nelson (1882 – 1927) durch die Begründung der Neuen Fries'schen Schule eine Renaissance.[532]

Mirbt, der mit Hilfe der Protektion von Fries ab 1832 als Privatdozent die reine Mathematik vertrat, unternahm keinerlei mathematische Forschungen. Er hat das Niveau der Mathematik und ihrer Beziehungen zur Physik an der Salana höchstens dadurch beeinflusst, indem er in den sieben Jahren bis zu seinem vollständigen Wechsel in die Philosophie durch seine Lehrtätigkeit die Chancen für die Ansiedlung eines weiteren Mathematikers verringerte. Seine philosophischen Hauptwerke enthalten keinen hervorhebenswerten Bezug zur Mathematik bzw. Physik.[533] Zwar war eine seiner einleitenden Vorlesungen dem Verhältnis von Philosophie und Naturwissenschaft gewidmet[534], doch ging dies nicht über eine allgemeine Positionsbestimmung hinaus und erreichte nicht die Tiefe und Breite der Fries'schen Erörterungen.

Seit Februar 1834 hielt neben Mirbt auch Temler Vorlesungen zur Geometrie und Trigonometrie. In der kurzen Zeit seines akademischen Wirkens war es ihm nicht vergönnt, mit einem speziellen mathematischen Resultat auf sich aufmerksam zu machen. In seiner Herangehensweise zeigte er sich als Fries-Schüler, doch konzentrierte er sich, anders als Mirbt, auf die mathematischen Sachverhalte. In seiner Habilitationsschrift hatte er eine eingehende Untersuchung der Zykloide vorgenommen und an diesem Beispiel die Verwendung der Infinitesimalrechnung für das Studium von Kurven demonstriert.[535] Seine nachfolgenden Aktivitäten zielten auf die Erarbeitung einer Abhandlung zur Unterstützung seines Unterrichts. Bei seinem frühzeitigen Tod 1838 hinterließ er ein fast vollständiges Manuskript für ein Lehrbuch zur ebenen und sphärischen Trigonometrie. Zwei seiner Freunde vollendeten das Manuskript und brachten es unter Mitwirkung von Fries zum Druck. Das Buch zeichnete sich, wie Fries in seiner Vorrede feststellte, durch eine sehr verständliche, klare, systematische und ausführliche Darlegung des Stoffes aus.[536] Es berücksichtige angemessen die modernen analytischen Methoden und besteche durch ein Streben nach Vollständigkeit, so

[532] Vgl. dazu [Peckhaus 1990], Kap. 5 und 6.
[533] Mirbt 1839; Mirbt 1841
[534] Sechste Vorlesung in [Mirbt 1839]
[535] Temler 1834
[536] Temler 1838, S. IV f.

dass es sehr gut zum Selbststudium und für Gymnasiasten geeignet sei. Temler hatte die theoretischen Ausführungen durch zahlreiche Beispiele ergänzt und behandelte unter anderem auch die Auflösung von Gleichungen zweiten und dritten Grades. Die angefügten Ergänzungen betrafen Berechnungen von rechtwinkligen und schiefwinkligen Dreiecken in der sphärischen Trigonometrie sowie die erläuternden Zeichnungen.

Auch bei Apelt, dem letzten Schüler von Fries, der noch zu dessen Lebzeiten längere Zeit im Bereich der Mathematik aktiv wurde, geschah diese Beschäftigung mit der Mathematik nur zeitweise und war speziellen Zeitumständen geschuldet. Apelt war vor allem Philosoph, hatte sich intensiv mit der Philosophie von Fries auseinandergesetzt und sich um deren gezielte Weiterentwicklung bemüht. Zur Fortbildung der Metaphysik von Kant und Fries glaubte Apelt als neue Elemente beigetragen zu haben: seine «Lehre von der speculativen Grundform der menschlichen Erkenntniss», «seine gänzlich veränderte Darstellung der Lehre von der Amphibolie [Doppeldeutigkeit] der Reflexionsbegriffe» und die «Begründung der Ideenlehre»[537]. Nach einer ersten vorläufigen Analyse, die sich auf die beiden Hauptwerke Apelts, *Theorie der Induction* und *Metaphysik*, konzentrierte, kommt jedoch W. Bonsiepen zu dem Urteil, dass es sich «in keinem der genannten Punkte [um] eine grundlegende Neuerung», sondern «vielmehr um eine Vertiefung von Gedanken, die sich schon bei Fries finden», handelt.[538] Wie dem auch sei, im Wechselspiel von Mathematik, Physik (Naturlehre) und Philosophie folgte Apelt seinem Lehrer und wirkte in ähnlicher Weise. Während sich Fries in seinen Darlegungen auf eine breite Basis sehr guter mathematischer und physikalischer Kenntnisse stützte, nahm Apelt hauptsächlich Bezug auf die grundlegende Umgestaltung der Astronomie durch Johannes Kepler, Galileo Galilei (1564 – 1642) und Isaac Newton und die dabei zum Einsatz gekommenen physikalischen Resultate. Es sei aber betont, dass Apelt die Fortschritte in der Mathematik und in den exakten Naturwissenschaften ebenfalls mit lebhaftem Interesse verfolgte.[539] Immer

[537] Apelt 1857, S. IX

[538] Bonsiepen 1999, S. 213

[539] Eggeling 1875, S. 503. Als Beleg kann die Auseinandersetzung mit neuen naturwissenschaftlichen Erkenntnissen seiner Zeit in der *Theorie der Induction* dienen (Apelt 1854, Kap. 11).

wieder zog er die historischen Entwicklungsgänge zur Erläuterung seiner philosophischen Ansichten bzw. einzelner Begriffe heran, etwa um das induktive Vorgehen Keplers mit dem Galileis zu vergleichen, der die Methode der Abstraktion anwandte.[540] Formal bewegte er sich dabei in einem anderen Teil der Naturwissenschaft, da die Astronomie nach der Fries'schen Einteilung zur Gestaltungskunde oder Morphologie und nicht zur Physik im engeren Sinne gehörte. Auf die für das Wechselverhältnis von Mathematik und Physik relevanten Darlegungen hatte dies keine nachhaltigen Auswirkungen, da diese wesentlich durch die mathematische Physik als reine Theorie der Naturlehre bestimmt waren. Bei Apelt wie bei Fries umfasste die Experimentalphysik, also die «nach den induktorischen Methoden des Experimentes und der Beobachtung ausgebildet[en]» Gebiete der Physik[541], einen großen Teil der Disziplin, was in der naturphilosophischen Betrachtung, ähnlich wie bei der Astronomie, zu der Aufgabe führte, den Platz der induktiven Verfahren in der Naturphilosophie zu bestimmen. Apelt hat sich intensiv um den Aufbau einer Theorie der Induktion bemüht und sich dabei insbesondere mit den diesbezüglichen Ideen des britischen Philosophen William Whewell (1794 – 1866) auseinandergesetzt.[542] Die *Theorie der Induction* wurde eines seiner Hauptwerke, wobei er dieser Theorie aus zwei Gründen ein besonderes Interesse zuschrieb: «einmal bildet sie die Brücke zwischen der Philosophie und den Naturwissenschaften, das anderemal ist sie der Hauptdifferenzpunkt der deutschen und englischen Philosophie.»[543] Den ersten Teil dieser Aussage präzisierend, sprach er von der Induktion als der

> «Brücke, welche von den Thatsachen zu den Gesetzen, von den zufälligen Wahrheiten der Sinnesanschauung zu den nothwendigen Wahrheiten der Vernunft hinüberführt.»[544]

Bezüglich der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik ist Apelt fast ausschließlich auf der philosophischen Ebene in Erscheinung

[540] Apelt 1854, S. 60 – 63, 141 – 149, 19 – 23; siehe auch [Apelt 1849]; [Apelt 1851], Bd. 1, S. 239 – 268.
[541] Apelt 1906, S. 131
[542] Bonsiepen bewertet «die Entdeckung Whewells als philosophischen Diskussionspartner» als ein wichtiges Verdienst Apelts (Bonsiepen 1999, S. 217).
[543] Apelt 1854, S. V
[544] Apelt 1854, S. 73 f.

getreten. Nur vereinzelt hat er seine Darlegungen wie im Anhang zum ersten Band seiner Geschichte der Menschheit mit mathematischen Ausführungen ergänzt. Er wollte damit noch besser verdeutlichen, wie Kepler die «wahre Gestalt der Planetenbahnen» induktiv entdeckte.[545] Ebenso dienten die mathematischen Darlegungen und die Verwendung der Formelsprache im zweiten Teil seiner *Reformation der Sternkunde*[546] wesentlich dazu, die Diskussionspunkte mit David Fabricius (1564 – 1617) und die einzelnen Entwicklungsschritte der Kepler'schen Vorstellungen genauer zu fixieren. Die wenigen astronomischen Arbeiten waren vorrangig historisch ausgerichtet und brachten zugleich Elemente seiner Philosophie am konkreten Sachverhalt zur Geltung.[547]

Abschließend sind mit Wahl und Schüler noch zwei Gelehrte zu würdigen, die nicht zu den Fries-Schülern gehörten. Der 1821 aus dem Lehrerberuf als Privatdozent an die Jenaer Universität gewechselte Wahl ist als Forscher nicht in Erscheinung getreten. Außer seiner Habilitationsschrift publizierte er nur noch das Einladungsprogramm zu seiner Antrittsvorlesung als Extraordinarius am 2. Februar 1825. Er setzte sich darin kritisch mit dem *Grundriß der ebenen und sphärischen Trigonometrie* auseinander, den Christian Ludwig Gerling 1815 in Göttingen publiziert hatte. Wahl korrigierte die von ihm bemerkten Fehler und vereinfachte die Herleitung einiger trigonometrischer Formeln.[548] In seiner Habilitationsschrift hatte er an die in seiner Dissertation durchgeführten Untersuchungen zu den *Elementen* Euklids angeknüpft. Er stellte zunächst eine Übersicht über die seit 1763 erschienenen Arbeiten zusammen, die sich mit der Unabhängigkeit des Parallelenaxioms von den übrigen von Euklid (um 300 v. Chr.) formulierten Axiomen beschäftigten, und zeigte dann von vier Arbeiten, dass die in ihnen gegebenen Beweise des Parallelenaxioms mangelhaft waren. Einen eigenen Beweisversuch

[545] Apelt 1851, S. 402 – 445

[546] Apelt 1852

[547] Apelt 1849; Apelt 1852. Zeltner spricht zu Recht von wertvollen Arbeiten zur Astronomiegeschichte (Zeltner 1953, S. 323). Besonders hervorgehoben seien Apelts Publikation des Briefwechsels Kepler – Fabricius und die Analyse, wie die Arbeiten Keplers mit denen aus der Schule des Tycho Brahe (1546 – 1601) verknüpft waren (Apelt 1852, Teil 2). Die von Fricke erwähnte Arbeit *Bericht über den Durchgang des Merkurs durch die Sonne* (1849) konnte nicht nachgewiesen werden (UAJ, J 12, Bd. 3, S. 603).

[548] Wahl 1825

unternahm er nicht. Die Bemerkung von Gauß, der 1816 in den *Göttinger gelehrten Anzeigen* in der Rezension von zwei Arbeiten zum Parallelenaxiom diesem den Status einer Erfahrungstatsache zuerkannte, woran sich seit Euklid nichts geändert habe, wurde in der Übersicht nicht erwähnt.

Etwa zeitgleich, aber noch vor Mirbt hatte Schüler im Frühjahr 1832 seine Privatdozentur für Philosophie und Mathematik erlangt. Von ihm sind jedoch keinerlei relevante mathematisch-physikalische Forschungen zu verzeichnen. Sein Interesse galt der Hüttenkunde, der Mineralogie und der Geologie, denen er sich nach längeren Reisen ab 1841 ausschließlich widmete. Der einzige Impuls auf mathematisch-physikalischem Gebiet waren einige Vorlesungen, in denen er nicht nur elementare Themen, sondern auch die Infinitesimalmathematik und Teile der angewandten Mathematik behandelte.

Mit Apelt endete die Ära Fries, in der sich für fast zwei Jahrzehnte Mathematik und Physik in enger Verbindung mit der Philosophie entwickelten. Dieser Zusammenhang dürfte in den mathematischen bzw. physikalischen Vorlesungen der einzelnen Wissenschaftler weniger zum Tragen gekommen sein, mit Ausnahme einiger Veranstaltungen von Fries, wohl aber in den wissenschaftlichen Schriften. Abgesehen von den Arbeiten Werneburgs kann von diesen Dozenten keine Abhandlung angeführt werden, in der nennenswerte Resultate zu den beiden Disziplinen oder ihren Nachbargebieten ohne einen philosophischen Rahmen präsentiert wurden. Speziell die qualitativ am höchsten einzuschätzenden Werke von Fries waren in erster Linie Beiträge zur Philosophie. Sein Verdienst hinsichtlich der hier untersuchten Problemstellung war die Schaffung einer allgemeinen erkenntnistheoretischen Basis für die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik unter weitgehender Bezugnahme auf aktuelle fachspezifische Resultate. Angesichts des niedrigen Niveaus in den beiden Disziplinen am Anfang des Zeitraumes unternahm Fries im Rahmen der philosophischen Ausrichtung seiner Forschungen erste Schritte zur Verbessung des Kenntnisstandes – ohne die weiterhin bestehenden Defizite negieren zu wollen.

Der Vollständigkeit halber sollen in diesem Abschnitt noch der Mineraloge G. Suckow und der spätere Professor der Naturwissenschaft und Mitbegründer des Physiologischen Instituts Ernst Erhard Schmid erwähnt werden. Beide waren Anhänger der Fries-Kant'schen Philoso-

phie, Schmid sogar «ein besonders eifriger»[549], und beide betätigten sich am Beginn ihrer akademischen Laufbahn unter anderem auf physikalischem Gebiet. Letzteres diente vor allem dazu, die Chancen für eine akademische Karriere zu erhöhen, als Forscher wurden beide in der Physik nicht aktiv.

Suckow war 1828 mit einer Arbeit über die chemischen Wirkungen des Lichtes promoviert worden und versuchte vier Jahre später eine neue Übersicht und theoretische Behandlung des Problems.[550] Seine theoretische Erklärung orientierte sich an der Phlogistontheorie, also an Vorstellungen aus der Chemie, die zu diesem Zeitpunkt bereits überholt waren. Fragen der Physik widmete sich Suckow lediglich in seinem enzyklopädischen Werk zu den theoretischen Naturwissenschaften sowie bei der Betrachtung einiger Alltagserscheinungen und bei der barometrischen Höhenmessung.[551] In der Enzyklopädie der theoretischen Naturwissenschaften folgte er seinem Lehrer Fries in der Einteilung und Charakterisierung der einzelnen naturwissenschaftlichen Teilgebiete sowie den Ansichten Kants. Er unterschied zwischen Wahrnehmungs-, Vernunft- und Erfahrungswissenschaften, erläuterte die induktorische Methode und gab dann eine gedrängte Übersicht über die verschiedenen Richtungen der theoretischen Naturwissenschaften. Für jedes Gebiet beschrieb er kurz Aufgabe und Gegenstand und gab wichtige Werke für vertiefende Studien an. Diese Literaturangaben wiesen Suckow als einen sehr guten Kenner des aktuellen Entwicklungsstandes aus. Die Abhandlung zur barometrischen Höhenmessung trug ebenfalls den zum damaligen Zeitpunkt gewachsenen Anforderungen an eine genaue Analyse des Messprozesses Rechnung.[552] Neben den Überblick über verschiedene Methoden zur Höhenmessung und eine Beschreibung der dazu benötigten Apparate stellte er die um elementare mathematische Ableitungen bereicherte Theorie des Verfahrens einschließlich einer Fehlerabschätzung vor. Jeweils einen gesonderten Abschnitt widmete Suckow den einzelnen von ihm erkannten Einflüssen auf die Messung und der notwendigen «Korrektion» der Messwerte. Angesichts der Tatsache, dass die barometrische Höhenmessung bereits auf eine lange

[549] Gümbel 1890, S. 660
[550] Suckow 1832
[551] Suckow 1839; Suckow 1837; Suckow 1843a; Suckow 1843b
[552] Suckow 1843b

Geschichte zurückblicken konnte, wirkte Suckow folglich für die Gestaltung der Beziehungen zwischen Mathematik und Physik vorrangig in methodischer Hinsicht. Sein diesbezügliches Engagement hat in dieser Monographie sowie in der kleinen Schrift über die Intensitätsunterschiede des Schalls wohl die deutlichste Ausprägung erfahren. In Letzterer begründete er die unterschiedliche Intensität des Schalls bei Tag und bei Nacht durch die veränderte Dichte der Luft.[553] Er stützte seine Ansicht durch eine mathematische Herleitung der Schallintensitäten, die er in Analogie zu Betrachtungen von Denis Poisson zum Licht durchführte. In Suckows weiterem Schaffen dominierten chemisch-mineralogische Arbeiten.[554]

Abbildung 5.2
Ernst Erhard Schmid, Privatdozent für Physik und Mineralogie in Jena 1840 – 1842, Extraordinarius für Naturgeschichte 1842 – 1856, Ordinarius 1856 – 1885

Schmid hat seit dem Beginn der 1840er Jahre über ein Jahrzehnt lang durch eine sehr breit gefächerte Vorlesungstätigkeit «seine Kräfte sehr zersplittert[e]»[555]. In diesen Zeitraum fielen auch die meisten

[553] Suckow 1843a. Suckow führte noch weitere, auch subjektive Faktoren an.

[554] Die Titel zweier weiterer Arbeiten (Suckow 1843c, Suckow 1863) könnten den Leser zwar auch einige physikalische Überlegungen vermuten lassen, ihr Inhalt bestätigt diese Vermutung jedoch nicht.

[555] Gümbel 1890, S. 660. Gümbel sprach davon, dass Schmid zu dieser breiten Vorlesungstätigkeit «genöthigt war». Sie reichte von der Mineralogie und der

seiner Publikationen, die im weitesten Sinne mit der Physik in Verbindung gebracht werden könnten. Mit einer Ausnahme handelt es sich aber nur um das Heranziehen einfacher physikalischer Kenntnisse. So berücksichtigte er die Physik in seinem Band zur *Encyclopädie der gesammten theoretischen Naturwissenschaften* nur soweit, wie sie für die Grundlagen der Chemie, der Witterungskunde, der Bodenkunde oder der Physiologie unentbehrlich war.[556] Sein Hauptziel in diesem Buch war es, eine Brücke zwischen den theoretischen Erkenntnissen der Naturwissenschaften und der praktischen Tätigkeit der Landwirte zu schlagen. Theoretische Herleitungen bzw. ein formelmäßiges Erfassen der physikalischen Sachverhalte spielten folglich keine Rolle.

Als Ausnahmen können die aus Schmids Dissertation hervorgegangene Arbeit zur Undulationstheorie und sein *Lehrbuch der Meteorologie* angesehen werden. Schmid billigte der Undulationstheorie zu, dass sie in ihrer deduktiven Struktur einen hohen Grad an Vollkommenheit besaß, «und daß sie fast das ganze Gebiet der jetzt bekannten optischen Erscheinungen umfaßt[e]».[557] Als Makel sah er an, dass für deren Begründung die Annahme «einer atomistischen Grundansicht» notwendig erschien. Er wollte die Resultate der Undulationstheorie ohne Annahme einer mechanischen Hypothese «auf rein inductorischem Wege» ableiten. Von «der Erfahrung ausgehend, [suchte er] den mathematischen Ausdruck des Gesetzes [...], welches die einzelnen Erscheinungen umfaßt[e]».[558] Schmid erzielte folglich keine neuen physikalischen Detailergebnisse, sondern trug eine auf den Grundansichten der Fries'schen Philosophie basierende Begründung der Undulationstheorie zur allgemeinen Diskussion um ein geeignetes Äthermodell bei. Für die Betrachtung der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik waren diese Darlegungen insofern von Interesse, als Schmid die Frage aufwarf, ob die Annahme der Äthermoleküle nicht zu den «Hülfsmitteln der Rechnung» gehöre, sich also nicht aus der physikalischen Natur des Problems ergaben. Er scheint aber dieses Problem nicht weiter verfolgt zu haben.[559]

ökonomischen Technologie über die Experimental- und mathematische Physik sowie die reine Mathematik bis zur allgemeinen und medizinischen Chemie.

[556] Schmid 1850, S. IX

[557] Schmid 1842, S. 393

[558] Schmid 1842, S. 394

[559] Trotz des geringen Beitrages zur Physik zählen Ch. Jungnickel und R. McCormmach Schmid zu jenen jungen Gelehrten, die in ihren Arbeiten «the theoretical work of

Seine späteren Forschungen ab Mitte der 1850er Jahre konzentrierten sich auf mineralogische und geologische Fragen, denen von jeher sein vornehmliches Interesse galt. In diese Zeit fällt jedoch das *Lehrbuch der Meteorologie*, in dem er «den Abschluss, zu welchem die Meteorologie gegenwärtig fortgeschritten ist, bestimmter» hervorheben wollte.[560] Eine neue Darstellung dieses Gebietes war notwendig geworden, da die Meteorologie vom Sammeln und Vergleichen der Beobachtungsdaten zur Suche nach den Ursachen für die meteorologischen Erscheinungen und deren periodischen Veränderungen übergegangen war und dadurch ihre wissenschaftliche Selbstständigkeit erlangt hatte. Bei der Analyse der Ursachen spielten physikalische Überlegungen eine wichtige Rolle. Schmid sah in der Meteorologie «eine der jüngsten physikalischen Disciplinen», die zur Lösung ihrer Aufgabe «die meisten physikalischen Disciplinen vereinigen» müsse.[561] Zugleich bedurfte sie einer theoretischen (mathematischen) Basis, um «aus der Weitschichtigkeit des Beobachtungsmaterials» ein Gesetz mit mathematischer Schärfe abzuleiten, das fähig war, zu einer mathematischen Theorie der Erscheinungen entwickelt zu werden.[562] Ganz im Sinne der Fries'schen Naturphilosophie brachte Schmid neben einer Fülle von Beobachtungsmaterial und genauen Beschreibungen verschiedener Phänomene die Bedeutung der theoretischen, physikalischen und mathematischen Überlegungen klar zur Geltung, wobei auch das formelmäßige Erfassen von erkannten Gesetzmäßigkeiten seinen Platz fand. Schmid bewegte sich hier folglich ganz im Rahmen der vorhandenen Tradition und setzte sie eindrucksvoll fort, ohne ihr grundlegend neue Akzente zu verleihen.

Bevor die Leistungen im nachfolgenden Zeitabschnitt analysiert werden, soll noch ein kurzer Blick auf die Astronomie geworfen werden, um zu prüfen, ob von dieser Seite zusätzliche Impulse ausgingen.

---

the greatest consequence for physics» publizierten (Jungnickel/McCormmach 1986, Bd. 1, S. 115 f.).

[560] Schmid 1860, S. VI. Zwei Jahre später ließ er einen Grundriß der Meteorologie folgen, in dem er die gesicherten Resultate der Meteorologie ohne vollständige Begründung aus der Empirie und ohne mathematische Herleitung zusammenstellte (Schmid 1862).

[561] Schmid 1860, S. 3

[562] Schmid 1860, S. 3, 7 f.

5.1.3 Meteorologie und Optik – Aktivitäten der Jenenser Astronomen

Die über mehrere Jahrzehnte währende Verbindung der Direktion der 1813 eingeweihten Sternwarte mit einer Professur für Mathematik brachte keine besonders bemerkenswerte, neue Akzente setzende Ergebnisse hervor. Als wichtigste Ursache dürfte dafür, neben der immer wieder in den Blickpunkt rückenden Frage der Ausstattung und den eingeschränkten Beobachtungsmöglichkeiten, die starke Belastung der jeweiligen Gelehrten durch die täglichen Aufgaben, von der Lehre bis zu meteorologischen Beobachtungen, zu nennen sein.

Abbildung 5.3
Carl Dietrich von Münchow, Extraordinarius für Mathematik in Jena 1811 – 1817, ordentlicher Honorarprofessor 1817 – 1819 und Leiter der Sternwarte 1812 – 1819

Der als erster Direktor der Sternwarte agierende Münchow zeigte in seinen Forschungen besonders physikalische Interessen. Seine beiden im weitesten Sinne der Astronomie zuzurechnenden Arbeiten belegten lediglich die Schwierigkeiten bei der Inbetriebnahme der Sternwarte und die ohnehin eingeschränkten Beobachtungsmöglichkeiten.[563] Seine physikalischen Studien standen jedoch im deutlichen Zusammenhang mit der astronomischen Tätigkeit, speziell den Beobachtungsinstrumen-

[563] Münchow 1813a; Münchow 1817

ten, und waren Fragen der Strahlenbrechung gewidmet.[564] Ohne die Arbeiten von Étienne Louis Malus (1775 – 1812) zur Doppelbrechung und Polarisation des Lichtes im Detail zu kennen, beschrieb er mehrere bei dem Durchgang des Lichts durch verschiedene Kristalle beobachtete Erscheinungen, insbesondere eine Versechsfachung des Bildes. Aus den Beobachtungen bei veränderten Versuchsbedingungen leitete er dann einige Folgerungen für die Entstehung dieser Erscheinungen ab und sah die Ursache für die Versechsfachung in «besonderen Brechungen» des Lichtes beim Durchgang durch spezielle Diagonalflächen des Kristalls.[565] Es war Münchows eigenen wie auch dem allgemeinen Kenntnisstand geschuldet, dass er nicht über eine aus heutiger Sicht grobe, den Sachverhalt mehr beschreibende als erklärende Behandlung der Strahlenbrechung hinauskam. In der zweiten Abhandlung dokumentierte er sehr deutlich, welche Bedeutung er einer theoretischen, insbesondere mathematischen Durchdringung der physikalischen Vorgänge zuerkannte. Am Ende seiner Mitteilung über die bei der Herstellung achromatischer Objektive gemachten Erfahrungen hob er an erster Stelle hervor, dass ein Praktiker «nur dann den günstigsten Erfolg erwarten [darf], wenn er [...] entweder selbst mathematische Optik genug versteht, um die nothwendigen Rechnungen führen zu können, oder wenn er einen sachkundigen Rechner stets zur Seite hat.»[566] Als weitere wichtige Bedingungen nannte er, die für die Rechnung notwendigen Erfahrungsgrößen genau genug bestimmen bzw. einige charakteristische Größen der Objektive nach deren Bearbeitung hinreichend exakt messen zu können. Selbst wenn Münchow nicht die neuesten mathematischen Resultate einsetzte und möglicherweise gar nicht kannte, seine Vorstellungen zum fördernden Einfluss mathematischer Methoden bei der Bearbeitung physikalischer Probleme entsprachen dem Entwicklungsstand der Zeit und gingen über das Durchschnittsniveau hinaus. An der Salana hat er hinsichtlich der mathematischen Physik, nicht zuletzt wegen der schon erwähnten vielfältigen Belastungen, keine nachhaltige Wirkung erzielt. Die ihm eigene Verbindung von Astronomie, Mathematik und Physik kam bei

[564] Münchow 1813b; Münchow 1816
[565] Münchow 1813b, S. 37
[566] Münchow 1816, S. 460

dem Wechsel an die Universität Bonn deutlich zum Ausdruck, indem er für alle drei Gebiete berufen wurde.[567]

Dem 1819 als Professor der Mathematik und Aufseher der Sternwarte nach Jena berufenen Posselt war nur eine kurze Wirkungszeit vergönnt, wobei er vor allem als Astronom in Erscheinung trat. Als solcher war er mit der Verwendung mathematischer Methoden gut vertraut und soll nach Fricke über gute mathematische Kenntnisse verfügt haben.[568] Dies belegte eine posthum von Encke publizierte Arbeit Posselts über die indirekte Auflösung der Gleichungen dritten Grades.[569] Mit den angegebenen Formeln und den zugehörigen Tafeln gelang ihm eine sehr genaue Näherungslösung der Gleichungen und eine deutliche Vereinfachung der bis dahin angewandten Verfahren. Zuvor hatte er im Herbst 1820 die seiner Kenntnis nach erste astronomische Bestimmung des Längengrades von Jena durchgeführt (vgl. Abschnitt 3.7.1). Noch während seiner Studienzeit würdigte die Königlich Dänische Gesellschaft der Wissenschaften 1814 zwei seiner astronomischen Arbeiten zur Präzession der Äquinoktien und zu Problemen der Bewegung der Himmelskörper um die Sonne mit einem Preis und zwei Jahre später publizierte er die in Göttingen bestimmte Ephemeride der Bahn des Kleinplaneten (Asteroiden) Juno.[570] Die wenigen Arbeiten lassen jedoch nicht erkennen, ob Posselt bei längerem Wirken in Jena zu einer Belebung der dortigen mathematisch-physikalischen Forschung beigetragen, oder, wenn auch auf hohem Niveau, sich in den traditionellen Bahnen der theoretisch ausgerichteten Astronomie bewegt hätte.

Posselts Nachfolger war der ab 1820 als Assistent, dann ab 1829 als Inspektor und Observator, später als Direktor der Jenaer Sternwarte agierende Schrön (vgl. Abschnitt 3.7.2). Aus seiner langjährigen Tätigkeit an der Jenenser Universität gingen jedoch keine theoretischen Forschungsergebnisse zur Astronomie bzw. Mathematik hervor. Da während seiner Studienzeit in Jena die vermittelten mathematischen Kenntnisse wie an anderen deutschen Universitäten nur sehr mäßig waren, dürfte Schrön

[567] Poggendorff 1863, Bd. 2, Sp. 231. Münchow hat in Bonn, wenn auch wenig, zu allen drei Gebieten publiziert. Nach Knopf wurde Münchow in Bonn allerdings nur auf eine Professur für Mathematik berufen (Knopf 1937, S. 135).

[568] UAJ, J 12, Bd. 2, S. 520

[569] Encke 1825

[570] Posselt 1816. Zusätzlich sei noch [Posselt 1823] erwähnt.

trotz einer gewissen Neigung zur Mathematik dieses niedrige Niveau nicht wesentlich überschritten haben. Die Tatsache, dass er auf Grund seiner Mittellosigkeit stets auf die Sicherung des Lebensunterhalts bedacht sein musste und sich nicht ungezwungen seinen Studien widmen konnte, spielte dabei eine nicht unwesentliche Rolle. Jedoch leistete er in einem breiten Fächerspektrum von der Chemie über die Geodäsie und Meteorologie bis zur Astronomie und Mathematik im großen Umfang jene Beobachtungs- bzw. Rechenarbeit, ohne die tiefer gehende theoretische Betrachtungen nicht möglich waren oder die anderen die Anwendung einfacher mathematischer Kenntnisse erleichterte. Zu dem ersten Teil gehörten seine umfangreichen genauen meteorologischen Beobachtungen, die er von 1820 bis kurz vor seinem Tod durchführte, und die Höhenbestimmungen, die er für zahlreiche Orte des Großherzogtums vornahm.[571] Die von ihm geschaffenen Hilfsmittel gruppieren sich um die Verwendung der Logarithmen. Die bedeutendste Arbeit und zugleich sein Lebenswerk sind zweifellos die Tafeln der siebenstelligen Logarithmen, die nach großen Schwierigkeiten 1860 erschienen.[572] Die Tafeln erlebten zahlreiche Auflagen und wurden bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts auch in vielen europäischen Ländern herausgegeben. Jahrzehnte zuvor hatte Schrön als Ergebnis seiner Bemühungen um die Schaffung von Tafelwerken 1838 die Tafeln der drei- und fünfstelligen Logarithmen publiziert. Es folgten 1846 die *Stöchiometrischen Tafeln, nebst einer Anwendung zu logarithmisch-stöchiometrischen Rechnungen*.[573]

Schröns meteorologische Beobachtungen wurden mehrfach wegen ihrer Präzision gelobt, die Aufbereitung der Daten schätzte Heinrich Wilhelm Dove als mustergültig ein und übernahm die von Schrön entworfenen Schemata für die Berliner meteorologische Station. Aus den wenigen Bemerkungen, mit denen Schrön die Präsentation der Daten versah, wird deutlich, dass er sich der Bedeutung möglichst präziser Daten bewusst war und systematische Fehler zu eliminieren versuchte, wobei er mitunter einfachste mathematische Mittel benutzte. Dies kam auch in seinen chemisch-physikalischen Arbeiten zum Ausdruck, etwa

[571] Schrön 1826; Schrön 1835a; Schrön 1836; Schrön 1838a; Schrön 1835b

[572] Die Angaben zu dem Erscheinungsjahr variieren teilweise, hier ist das in mehreren Bibliothekskatalogen verzeichnete Jahr angegeben. Schrön 1860

[573] Schrön 1838b; Schrön 1846. Die von Günther erwähnten, 1845 publizierten *Mathematischen Hülfstafeln* konnten nicht nachgewiesen werden (Günther 1891, S. 555).

bei der Bestimmung des spezifischen Gewichts bzw. des Alkoholgehalts von Flüssigkeiten, der Konstruktion der Skala eines Aräometers (Senkwaage) oder der Analyse von chemischen Gemischen bzw. des Wägeprozesses.[574] Außerdem ist seine Aufbereitung von vorhandenen Tabellen zu erwähnen.[575] Zum einen wollte er dadurch die Arbeit des Chemikers erleichtern, zum anderen die Daten mit der nötigen Exaktheit versehen, da in der Praxis deren Anpassung an die konkreten Bedingungen wegen der aufwändigen Rechnungen unterblieb.

Mit Blick auf die Beziehungen zwischen Mathematik und Physik lieferte Schrön mit seiner Arbeit im weitesten Sinne ein Beispiel für die effektive Aufbereitung empirischen und experimentellen Materials für eine weitere theoretische Analyse. Er sprach zwar wiederholt, speziell in seinen Vorlesungstiteln, von mathematischer Physik und zweifellos mühte er sich um den effektiven Einsatz einfacher mathematischer Kenntnisse, doch erscheint es nicht gerechtfertigt, seine Aktivitäten in die mathematische Physik einzuordnen. Der Unterschied zu den französischen Mathematikern und zu einigen führenden deutschen Gelehrten, wie Carl Friedrich Gauß oder Carl Gustav Jacob Jacobi, die das Niveau der damaligen Forschungen zur mathematischen Physik bestimmten, war zu groß. Zugleich ist damit aber der beträchtliche Rückstand angedeutet, der an der Jenenser Universität auf diesen Gebieten zu einem Zeitpunkt zu verzeichnen war, zu dem mehrere deutsche Universitäten längst begonnen hatten, diese Lücke zu schließen. Schrön konnte hier entsprechend seiner Möglichkeiten kaum über erste Ansätze hinauskommen. Es soll aber nicht negiert werden, dass seine Arbeiten wie seine Vorlesungen zumindest den Blick für das Anliegen der mathematischen Physik schärften und so künftige Entwicklungen vorbereiten konnten. Eine nennenswerte Wirksamkeit erzielte er diesbezüglich jedoch nicht.

Einen neuen kräftigen Impuls erhielt die Astronomie, nachdem Abbe im Jahre 1877 das Direktorat der Sternwarte übernommen hatte. So groß und unbestritten Abbes Verdienste um die Astronomie in Jena auch waren, genannt seien die Aktivitäten zur Rekonstruktion der Sternwarte und zum Neubau derselben in den Jahren 1887 – 89, eigene Veröffentlichungen zur astronomischen Forschung hat er nicht vorge-

[574] Schrön 1838c; Schrön 1842; Schrön 1843; Schrön 1850a; Schrön 1850b
[575] Schrön 1850a; Schrön 1850b

legt.[576] Dies entspricht auch im gewissen Sinne seiner Einschätzung zur Stellung der Sternwarte, die er vorrangig als ein reines Lehrinstitut der Universität ansah. Abbes Leistungen für die astronomische Forschung sind trotzdem beachtlich und liegen alle im instrumentellen Bereich. Bereits als Assistent an der Sternwarte in Göttingen dürfte er mit der von Wilhelm Klinkerfues (1827 – 1884) entworfenen neuen Ablesevorrichtung am Meridiankreis bekannt geworden sein. Die dabei erstmals vorgenommene Trennung von Fernrohr und Messvorrichtung sicherte, dass Fehler der einen Komponente nicht auf die andere übertragen wurden. Während seiner Frankfurter Tätigkeit hatte Abbe eine konstruktive Umgestaltung des Meridiankreises konzipiert, die ebenfalls diese Trennung realisierte. Es ist aber unklar, ob die Baupläne Abbes in die Praxis umgesetzt wurden. In Jena führte er dann bei den Instrumenten der neuen Sternwarte die sogenannte Dunkelfeldbeleuchtung ein. Durch die Verwendung von gebeugtem Licht (statt direktem Licht) leuchteten die Fäden des als Bezugssystem geltenden Gitternetzes im dunklen Gesichtsfeld und ermöglichten eine präzisere Messung. Diese Technik war aus der Mikroskopie adaptiert und ließ dort die Strukturen der beobachteten Objekte deutlicher hervortreten. Doch nicht nur in diesem Fall brachte Abbe die bei der Mikroskopentwicklung gewonnenen neuen Erkenntnisse auch nutzbringend für die Astronomie zur Geltung. Ein wesentlicher Punkt war die Verbesserung der Objektive, insbesondere durch den Einsatz neuer Glassorten. Ab dem Beginn der 1880er Jahre hatte Abbe in Zusammenarbeit mit Otto Schott in seinem Privatlabor systematisch die optischen Eigenschaften analysiert und an der Herstellung von Gläsern mit bestimmten, für die jeweilige Verwendung günstigen Brechzahlen und Dispersionen gearbeitet. Nach einigen Jahren gelang es beiden, Gläser für astronomische Objektive zu erschmelzen. Die Qualität der einzelnen astronomischen Objektive und insgesamt die der Optik der Fernrohre und astronomischen Instrumente zu erhöhen, blieb für Jahrzehnte ein zentrales Problem, dessen Bedeutung sich nach der Einführung photographischer Methoden in

[576] Für eine ausführliche Würdigung von Abbes Leistungen für die Astronomie sei neben den entsprechenden Abschnitten in den biographischen Werken [Auerbach 1918]; [Stolz/Wittig 1993] und [Dörband/Müller 2005] auf die Darstellungen von L. Brandt [Brandt 1988] und R. E. Schielicke [Schielicke 1990]; [Schielicke 2008] verwiesen.

die astronomische Beobachtung noch erhöhte. Aus Abbes Laboratorium, das aus ökonomischen Gründen nicht in das Zeiss-Werk integriert werden konnte, ging zunächst die glastechnische Versuchsanstalt und 1887 das Jenaer Glaswerk von Schott und Genossen hervor. Zehn Jahre später wurde, wieder von Abbe initiiert und geplant, das Zeiss-Werk um eine astronomische Abteilung erweitert.[577] Diese nahm sich auch der zweiten großen Aufgabe beim Bau astronomischer Geräte an, der bereits erwähnten Umgestaltung der Montierungen. Zweifellos war aus theoretischer Sicht Abbes Habilitationsschrift über die Verteilung von Fehlern bei Beobachtungsdaten für die Astronomie von Bedeutung. Da die Arbeit über die Astronomie hinausgeht, wird sie mit Abbes übrigen Forschungen besprochen (vgl. Abschnitt 5.2.1).

Der 1889 als Observator an der Jenaer Sternwarte angestellte Otto Knopf beschritt den von Abbe in der astronomischen Forschung in Jena vorgezeichneten Weg weiter. So verwundert es nicht, dass neben der Mitteilung von Beobachtungsdaten, hauptsächlich zur Positionsbestimmung von Kometen und kleinen Planeten, die Beschreibung von instrumentellen Verbesserungen oder von neuen Geräten einen wesentlichen Teil seiner Publikationen ausmachten. Hierzu gehörte die von Abbe vorgeschlagene Änderung der Beleuchtung am Refraktor (Dunkelfeldbeleuchtung). Dies führte zu zwei unterschiedlichen Beobachtungsmethoden, deren Vor- und Nachteile Knopf erörterte.[578] Eingehend beschäftigte er sich am Beispiel der Polhöhenbestimmung mit der in den Jahrzehnten vor der Wende zum 20. Jahrhundert stärker hervortretenden Sternphotographie,[579] die in Jena wegen der ungünstigen örtlichen Bedingungen und aufgrund der bestehenden apparativen Mängel nicht eingesetzt wurde.[580] Die an einzelnen Beispielen detailliertere Diskussion der durchzuführenden Reduktion der Beobachtungsdaten

[577] Zuvor waren bereits 1890 die Abteilung für Photographie und 1893 die Abteilungen Optische Messinstrumente und Erdfernrohre zur Fertigung entsprechender optischer Instrumente eingerichtet worden. Dazu und zur Entwicklung dieser Abteilungen vgl. [Wolfschmidt 1993] und [Schielicke 1990], S. 100 f.

[578] Knopf 1889; Knopf 1894b

[579] Knopf 1892; Knopf 1893a; Knopf 1894c; Knopf 1895

[580] Diese Mängel zu beseitigen, d. h. die in Deutschland übliche parallaktische Aufstellung der astronomischen Geräte abzuändern sowie qualitativ bessere Linsen herzustellen und einzubauen, war ein Schwerpunkt der Aktivitäten Abbes auf astronomischem Gebiet.

belegen, dass Knopf diesen Fragen große Aufmerksamkeit schenkte, in seinen Darlegungen aber nicht über das zum damaligen Zeitpunkt übliche Niveau hinausging.[581] Durch die langjährige Tätigkeit als Rechner an der Sternwarte Córdoba (Argentinien) bzw. als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Recheninstitut der Berliner Sternwarte war er zweifellos mit dem allgemein vorherrschenden Standard bei der Bearbeitung von Beobachtungsdaten vertraut.

Abbildung 5.4
Otto Knopf, Privatdozent für Astronomie in Jena 1893 – 1897, außerordentlicher Professor 1897 – 1923, ab 1900 Direktor der Sternwarte, persönlicher ordentlicher Professor 1923 – 1927

Ein besonderer Platz kann Knopfs Habilitationsschrift bzw. dem zusammenfassenden Zeitschriftenartikel zur Bestimmung der Rotationsdauer der Sonne hinsichtlich der Verknüpfung von physikalischen bzw. astrophysikalischen Ideen mit mathematischen Überlegungen zuerkannt werden, wobei der methodische Aspekt hervorgehoben sei.[582] Als Ausgangspunkt diente Knopf die Sonnentheorie von August Schmidt (1840 – 1929), nach der die Sonne, abgesehen vielleicht von ihrem Innersten, einem gewaltigem Druck ausgesetzten Kern, ein glühender Gasball ist, dessen Dichte von innen nach außen bis auf Null abnimmt. Ausgehend von der bekannten atmosphärischen

[581] Knopf 1896
[582] Knopf 1893b; Knopf 1894a

Strahlenbrechung, durch die die Lichtstrahlen beim Eindringen in die dichteren Atmosphärenschichten der Erde keine geradlinige, sondern eine gekrümmte Bahn beschreiben, hatte Schmidt diese Erfahrungen auf andere Himmelskörper übertragen und diese in zwei Klassen eingeteilt. Zur ersten Klasse gehörten jene Himmelskörper, bei denen ein in unmittelbarer Nähe der Oberfläche verlaufender horizontaler Lichtstrahl die Atmosphäre des Himmelskörpers verlassen und in den Weltraum gelangen konnte, zur zweiten Klasse jene, bei denen dies nur für in einer gewissen Höhe über der Oberfläche verlaufende Strahlen möglich war. Knopf vollzog diese Überlegung nach und untermauerte sie durch die entsprechenden mathematischen Ableitungen. Eingehend behandelte er den «Weg des Lichtstrahles in einem concentrisch geschichteten Medium» sowie das unterschiedliche Verhalten des Lichtstrahls in den Atmosphären kleiner und großer Himmelskörper.[583] Er beschrieb dann den Strahlengang für die beiden Klassen von Himmelskörpern für einen außerhalb stehenden Beobachter. Anknüpfend an einige Ausführungen Schmidts argumentierte er, dass verschiedene Erscheinungen der Sonne damit besser erklärt werden können als mit den bisher vorliegenden Theorien. Schmidt war es unter anderem erstmals gelungen, zu erklären, warum von der Erde aus ein scharf begrenzter Sonnenrand zu sehen ist, obwohl die im Spektrum beobachtete Helligkeitsabnahme vom Sonneninneren zu den äußeren Schichten der Sonnenatmosphäre kontinuierlich erfolgt. Der Sonnenrand und die Größenverhältnisse der einzelnen Schichten der Sonne wurden demnach infolge der durch die atmosphärische Strahlenbrechung verursachten optischen Täuschung verzerrt. Knopf widmete seine spezielle Aufmerksamkeit der veränderten Deutung der spektroskopischen Beobachtungen zur Bestimmung der Rotationsgeschwindigkeit der Sonne und leitete Hinweise für eine im Innern zunehmende Rotationsgeschwindigkeit ab.

Durch Knopfs Arbeit wurde die bis dahin wenig beachtete Theorie von Schmidt bekannt und leichter zugänglich. Abbe hatte in seinem Gutachten unter anderem die «eingehendere und vollständigere mathematische Begründung» der Theorie und die sich daraus ergebenden Ergänzungen im Detail hervorgehoben.[584] Dieser Aspekt, einen exakten Aufbau der Theorie vom Standpunkt der geometrischen Optik geliefert zu haben,

[583] Knopf 1893b, S. 7 – 23

[584] UAJ, M 647, Bl. 9 – 10; vgl. auch Abschnitt 3.7.3.

wurde mehrfach als ein wichtiges Verdienst Knopfs gewürdigt, auch von Astronomen und Physikern, die der Theorie insgesamt kritisch begegneten.[585] Insbesondere bei den beobachtenden Astronomen fanden die Vorstellungen Schmidts wenig Anerkennung, da letztlich die Erklärung für viele Phänomene zu schwierig bzw. ungenügend war. So gelang es Karl Schwarzschild (1873 – 1916) 1906, den scharf begrenzt sichtbaren Sonnenrand durch thermodynamische Betrachtungen viel einfacher zu erklären. Trotz der vielfältigen Erkenntnisfortschritte bezeichnete Knopf noch 1937 Schmidts Theorie als zutreffend,[586] was zu diesem Zeitpunkt als ein Fehlurteil angesehen werden muss. Damit soll nicht verkannt werden, dass sie bei ihrer Publikation einen wertvollen Beitrag in den Bemühungen darstellte, die Fülle und Vielfalt der von der Sonne bekannten Beobachtungstatsachen zu einem Gesamtbild zu vereinen.[587] Die Bearbeitung durch Knopf hat dies wesentlich unterstützt. Zugleich wird deutlich, warum die Bedeutung von Knopfs Arbeit für die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik vorrangig im Methodischen zu sehen ist. Diesbezüglich zeigte Knopf sehr gut das Ineinandergreifen von physikalischen Vorstellungen mit mathematischen Methoden und Resultaten, ein Aspekt, der schnell in den Hintergrund tritt, wenn man die beim gegenwärtigen Wissensstand teilweise sehr befremdlich wirkenden Einzelergebnisse diskutiert.

Nach diesem in der chronologischen Abfolge einige spätere Ereignisse vorwegnehmenden Blick auf die Jenaer astronomischen Forschungen sollen nun wieder die mathematischen und physikalischen Erkenntnisse beleuchtet werden.

5.1.4 Das Verharren in alten Traditionen

Bei der Wahl eines Nachfolgers für Fries reagierte die Philosophische Fakultät nicht auf die Fortschritte, die inzwischen in Mathematik und Physik vonstatten gegangen waren (vgl. Abschnitt 3.4). Sie hielt an der ungünstigen und unsachgemäßen Vereinigung beider Disziplinen

[585] Vergleiche das schon zitierte Urteil von Seeliger (S. 87).

[586] Knopf 1937, S. 186

[587] Zur Kennzeichnung der Situation sei für eine zeitgenössische Charakterisierung des Wissenstandes auf die Darstellung von R. Wolf [Wolf 1890], Kap. XX und auf den fast drei Jahrzehnte später von E. Pringsheim gegebenen Überblick [Pringsheim 1921] verwiesen.

in einem Lehrstuhl fest und verhinderte damit für Jahrzehnte eine dem zeitgenössischen Forschungsniveau entsprechende Entwicklung. Es gibt kaum eines der neueren mathematischen oder physikalischen Forschungsgebiete, wie beispielweise die Potentialtheorie, die Theorie elliptischer Funktionen oder die projektive Geometrie bzw. die Elektrodynamik oder die kinetische Gastheorie, das von einem Jenenser Hochschullehrer in seinen Forschungen über mehrere Jahre intensiv untersucht wurde. Es blieb dem doch mehr zufälligen Engagement von Privatdozenten überlassen, neuere physikalische bzw. mathematische Forschungsrichtungen wenigstens zeitweise zur Geltung zu bringen.

Der als Fries-Nachfolger ab 1844 in Jena tätige Snell trat gleichfalls nicht als Forscher in der Mathematik oder der Physik hervor. Hatte er während seines Studiums die Interessen auf Mathematik und Philosophie verteilt, so dominierte später der Erkenntnisgewinn in Letzterer. Beginnend mit den 1839 erschienenen *Philosophische[n] Betrachtungen der Natur* entwickelte er eine eigenständige, recht spezielle Art der Naturauffassung, die Kreiser als «eine von Schelling und Hegel beeinflußte nachklassische Form des deutschen Spinozismus, in welchem die natura naturata ihre metaphysische Heimstatt verläßt, um sich mit dem biblischen Gott zu vereinigen», charakterisierte.[588] Die Natur erschien damit Snell als etwas Geschichtliches und der Schöpfungsprozess als ein noch andauernder. Snell distanzierte sich deutlich von einer «mechanischen Naturbetrachtung und der geistlosen Zweckmäßigkeitslehre des vorigen Jahrhunderts», die er ablehnte.[589] Dies traf im Rahmen seiner Betrachtungen zur Entwicklungsgeschichte der Menschheit auch für Entwicklungsvorstellungen im Sinne der Darwinschen Evolutionstheorie zu.[590] Von diesen Überlegungen sind seine Schriften in Auseinandersetzung mit dem Materialismus und über die Schöpfung des Menschen hervorzuheben.[591] Da hier nur sehr selektiv jene Ansichten Snells berücksichtigt werden, die für die Behandlung von Mathematik und Physik sowie deren gegenseitigen Beziehungen bedeutsam waren, sei für eine kurze Darlegung von Snells

[588] Kreiser 2001, S. 97

[589] Snell 1847, S. 428, vgl. auch S. 389 f.

[590] Snell hielt zu diesen Themenkreis auch mehrere Vorlesungen (jeweils Sommersemester 1860, 1861, 1864 und 1869 sowie Wintersemester 1877/78).

[591] Snell 1858; Snell 1863

philosophischen Überlegungen auf die entsprechenden Abschnitte bei Kreiser, für eine ausführliche Analyse auf die Monographie von Endres verwiesen.[592]

Am Beginn seiner Tätigkeit als Gymnasiallehrer setzte sich Snell eingehend mit den Zielen und der Gestaltung des Lehrbetriebs an den Gymnasien sowie speziell mit der Rolle der Realgymnasien auseinander.[593] Der Mathematik wies er dabei die Aufgabe zu, «die abstracte Gesetzmässigkeit in den Erscheinungen allen Natürlichen», den formalen Zusammenhang und das stützende Gerüst für eine tiefere Naturerkenntnis zu entwickeln.[594] Für das Verhältnis von Mathematik und Physik zueinander implizierte diese Auffassung speziell, dass zum einen die Mathematik den methodischen Leitfaden für den Aufbau einer physikalischen Theorie lieferte. Neben den alten Sprachen, d. h. Latein und Griechisch, bildete sie einen Grundpfeiler jeder «formalen Bildung» und der rechten Vorbereitung der Beschäftigung mit der Wissenschaft. Der moderne Geist dürfe sich jedoch nicht darauf beschränken und müsse die «Gebiete der materiellen Ausbildung» hinnehmen. Erst ein tieferes Studium der Natur wecke und belebe die Fähigkeiten des Geistes. Insbesondere lehre es, «was Gesetz heisst; die tiefsten und bedeutungsvollsten Gesetze alles Daseins sind durch eine wunderbare Symbolik der Natur als ein leichtes sinnvolles Beispiel vor uns ausgebreitet».[595] Die Naturwissenschaften in ihrer damaligen Form als Naturgeschichte und Naturlehre bildeten für Snell ein wesentliches, ja notwendiges Element bei der Formung des Geistes.

Die neue Rolle der Naturwissenschaften unterstrich Snell auch in der programmatischen Schrift zur Einrichtung eines Realgymnasiums.[596] Die großen Fortschritte der Naturwissenschaften hatten zu neuen Aufgabenstellungen und neuen Herangehensweisen beim Studium der Natur, zu einem veränderten Verhältnis von Theorie und Praxis in der Beschäftigung des Menschen mit der Natur und zu einer neu-

[592] Kreiser 2001, S. 94 – 99; Endres 2002

[593] Eine ausführlichere Darstellung von Snells Wirken als Lehrer und von dem Zusammenhang seiner Ideen mit philosophischen Vorstellungen jener Zeit wird von Endres gegeben. [Endres 2002], Kap. B III.

[594] Snell 1833, S. 7

[595] Snell 1833, S. 17

[596] Snell 1834

en philosophischen Schule, der Naturphilosophie, geführt. Als eine Konsequenz aus dieser Entwicklung leitete Snell die Notwendigkeit ab, dass sich der Umfang der erforderlichen Vorkenntnisse, die vor der eigentlichen Beschäftigung mit den einzelnen Gebieten erlernt werden mussten, deutlich vergrößert habe. Als Beispiel erläuterte er die vielfältigen naturwissenschaftlichen Kenntnisse, die in jüngster Zeit vor allem in praktische Tätigkeiten, wie die im Bau-, Berg- und Hüttenwesen, eingeflossen waren. Die Vermittlung dieser Vorkenntnisse sollte an den Realgymnasien erfolgen, ohne dabei die allgemeine Bildungsaufgabe der Gymnasien zu vernachlässigen. Nach der Auseinandersetzung mit einigen Argumenten, die eine Erweiterung der naturwissenschaftlichen Bildung ablehnten, entwickelte Snell eine detaillierte Konzeption des Realschulwesens. Er gliederte die vielfältigen, die verschiedenen Bedürfnisse befriedigenden, bestehenden Einrichtungen in vier Typen, umriss den jeweils zu vermittelnden Lehrstoff und verdeutlichte die Position des Realgymnasiums. Zugleich zeigte er die Gemeinsamkeiten sowie die Unterschiede zwischen dem traditionellen und dem Realgymnasium auf und benannte den möglichen Kandidatenkreis, für den das Absolvieren des Letzteren sinnvoll wäre.[597] Dieses Zusammenführen von klassisch-humanistischen und naturwissenschaftlich-realistischen Komponenten zu einer gemeinsamen Basis, an die sich erst im letzten Drittel des gesamten gymnasialen Ausbildungszeitraums eine Spezialisierung in die beiden genannten Richtungen anschloss, war ein Wesenszug von Snells Entwurf.[598]

Snell hatte sich also vor seiner Tätigkeit an der Salana intensiv mit den durch die Fortschritte in den Naturwissenschaften und das stärkere Einfließen naturwissenschaftlicher Kenntnisse in zahlreiche Berufe erforderlichen Veränderungen im Schulwesen auseinandergesetzt. In diesem Zusammenhang galt es auch, die Bedeutung der Mathematik für die Naturwissenschaften zu klären, die er in dem oben skizzierten

[597] Zu diesen Kandidaten zählte Snell viele höhere Staatsbeamte, die «von einem höhern Standpunkte aus die gesammte auf die Benutzung der Natur gewandte menschliche Thätigkeit für die Zwecke des Staates zu lenken und zu leiten beauftragt sind», vom Kameralisten und dem im Fabrikwesen Tätigen bis zum Landwirt. (Snell 1834, S. 30 f.; vgl. auch S. 51 – 56). Für Mediziner hielt er eine erweiterte naturwissenschaftliche Bildung ebenfalls für sinnvoll.

[598] Diese Ausgewogenheit ist für Endres die Basis, dass Snells Ideen in den folgenden Jahren mehrfach aufgegriffen wurden (Endres 2002, S. 28).

Sinne bestimmte. Als den charakteristischen Unterschied der neueren Naturwissenschaft zu den früheren Naturbetrachtungen identifizierte Snell die Herausbildung der mechanischen Naturwissenschaft. Durch sie entstand erst die Möglichkeit, die Naturlehre als Wissenschaft im strengeren Sinne zu entwickeln.[599] Mehrfach hat Snell dann, oft in Verbindung mit historischen Betrachtungen, seine Vorstellung zur Erkenntnisfindung sowie zum Aufbau der Naturwissenschaft dargelegt. Ein zentraler Punkt war dabei das Erreichen des richtigen Verhältnisses von Spekulation und Erfahrung.

> «Es ist nicht genug, die Natur zu beobachten; die Gesetze der Natur sind tief versteckt in den Erscheinungen und zeigen sich der Beobachtung nur in zahllosen Verwickelungen und Combinationen.»[600]

Es bedurfte zugleich einer gewissen apriorischen Idee von allgemeinen, mathematisch notwendigen Naturgesetzen, um zu einer theoretischen Durchdringung der Naturerscheinungen zu gelangen. Ein überzeugendes Beispiel lieferten für Snell der historische Werdegang der Astronomie und der Mechanik. In beiden Disziplinen war man zu einer für die damalige Zeit beeindruckenden Übereinstimmung zwischen den Beobachtungen und den aus wenigen Grundannahmen abgeleiteten theoretischen Aussagen gekommen. Obwohl Snell sich ausführlich mit der Rolle der Beobachtungen und der experimentellen Untersuchungen beschäftigte, dabei speziell «die Bedeutung des Experimentes im neuen Sinne» bei Galilei hervorhob[601], wies er den apriorischen Ideen und Begriffen eine Schlüsselstellung für die Erkenntnisgewinnung zu. Ohne sie konnte ein Phänomen, ein Sachverhalt nicht wissenschaftlich erfasst werden.[602] Eine wichtige Rolle hinsichtlich der Methodik billigte er der Mathematik bei der Formulierung von Naturgesetzen und der Deduktionen aus ihnen zu. In seiner *Einleitung in die Differential- und Integralrechnung*, mit der er sich an «Gelehrte und Laien der Mathematik» wandte, schätzte er Kenntnisse in der höheren Mathematik als solide Basis für die allgemeine Wissenschaftslehre und für «eine in das Logische und Dialektische tiefer eingehende philosophische Bildung»

599 Snell 1843, S. 14
600 Snell 1843, S. 28
601 Snell 1843, S. 47
602 Eine ausführliche Darlegung der philosophischen Vorstellungen Snells gibt Endres. [Endres 2002], Kap. B V, VI, VIII, X, XIII, und C I

ein.[603] Zugleich beklagte er das geringe Ansehen und die mangelnde allgemeine Verbreitung, die die höhere Mathematik genoss. Ursache dafür sei deren ungenügende Darstellung, denn sie zeige «sich fast überall nur als Magd der Anwendung und eines äußerlichen Gebrauchs, und das wissenschaftlich Bedeutsame derselben» werde nirgends «von dem blos Nützlichen» gesondert.[604] Um dies zu ändern, wollte er ihr eine geeignete Darstellung «als eine in sich geschlossene unabhängige Wissenschaft» geben.[605] Dabei vermittelte er, da viele Anfänger Probleme mit der analytischen Zeichensprache hätten, «[a]nfangs das ganze Räsonnement in der Wortsprache», um ganz allmählich zu den Abstraktionen der Zeichensprache hinzuführen.[606] In den Darlegungen griff er mehrfach auf Vorstellungen der Mechanik zurück und widmete dann im zweiten Teil des Buches ein ganzes Kapitel der Behandlung von geradlinigen Bewegungen im widerstrebenden Medium, ohne den Charakter einer einführenden Darstellung zu überschreiten. Ähnlich wie bei der Analysis hatte er schon in dem Lehrbuch der Geometrie kritisiert, dass in vielen Büchern alles dem Streben nach Strenge und Konsequenz der einzelnen Beweise untergeordnet werde. Heuristische Ableitungen, Zweckmäßigkeit und Schönheit kämen bei der Präsentation des Stoffes zu kurz, worunter teilweise auch das Verständnis leide.[607] In der erweiterten zweiten Auflage des Geometriebuches betonte er dann, dass sich die Strenge «vor allen Dingen auf das Fundament der Wissenschaft und auf die genügende Rechtfertigung und Aufhellung der Grundbegriffe richten» solle.[608] Von dieser sicheren Basis aus könne der Lehrer den Stoff nach verschiedenen Seiten ausbauen, der Schüler erhalte genügend Anregung zur Selbsttätigkeit und lerne, Fundamentales von zufälligen Beigaben zu scheiden.[609] Snells praktische Realisierung seiner Ansichten in den beiden Lehrbüchern blieb wegen der Breite der Darstellung und einigen Ungenauigkeiten nicht ohne Widerspruch.

[603] Snell 1846, Th. 1, S. V f.
[604] Snell 1846, Th. 1, S. VII
[605] Snell 1846, Th. 1, S. IX
[606] Snell 1846, Th, 1, S. X f.
[607] Snell 1841, S. VIII f., s. auch S. VI.
[608] Snell 1857, Th. 2, S. VII
[609] Snell 1857, Theil 1, S. XXVI

Somit hat Snell in seinen Forschungen keinen unmittelbaren Einfluss auf die Gestaltung der wechselseitigen Beziehungen zwischen Mathematik und Physik ausgeübt. Die von Fries gepflegte Verknüpfung der Philosophie mit den beiden Disziplien setzte er im Rahmen seines eigenen Systems fort. Seine philosophischen Überlegungen betrafen auch die Relationen zwischen diesen beiden Disziplinen, im Mittelpunkt standen die Rolle der Mathematik und der Naturwissenschaften im gesamten Wissenschaftssystem, sowohl hinsichtlich der Gewinnung neuer Erkenntnisse als auch bezüglich ihrer methodologischen Funktion. Die hohe Wertschätzung der mechanischen Naturwissenschaften konnte zweifellos eine günstige Basis für weitergehende mathematisch-physikalische Studien bilden, doch sind diesbezügliche Anregungen nicht von Snell ausgegangen. Es blieb bei dieser potentiellen Möglichkeit.

Für die Gestaltung des Lehrbetriebs sei noch erwähnt, dass Snell bereits 1830 in Übertragung des Liebig'schen Modells auf die Schule an der Blochmann'schen Erziehungsanstalt in Dresden Übungen für Schüler in den Fächern Chemie und Physik eingeführt hatte, für Physik wahrscheinlich erstmals in Deutschland.[610]

Noch bevor Snell auf die Professur für Mathematik und Physik berufen wurde, hatte mit Schlömilch nach langer Zeit ein junger Privatdozent seine Lehrtätigkeit in Jena aufgenommen, der sich auf das Gebiet der Mathematik konzentrierte und sich dort auch als aktiver Forscher etablierte. Er beendete das mehrere Jahrzehnte andauernde Schattendasein der Mathematik an der Salana. Die fünf Jahre in Jena gehörten zu Schlömilchs produktivsten. Bereits als Student hatte er sich 1841 mit fünf kleineren Abhandlungen in dem neu begründeten *Archiv für Mathematik und Physik* in der wissenschaftlichen Welt bekannt gemacht. Sie waren u. a. der Theorie bestimmter Integrale, den Bernoulli'schen Zahlen, den Binominalkoeffizienten, Reihenentwicklungen und geometrischen Projektionen gewidmet. Mehrere der hier berührten Themenkomplexe gehörten fortan zu den Schwerpunkten seiner mathematischen Forschungen.[611] Schlömilch hat zu den einzelnen Themen jeweils zahlreiche, meist kleinere Arbeiten publiziert. Obwohl er sich dabei oft

[610] Lautenschläger 1959, S. 31 – 33. Die Übungen für Physik wurden jedoch 1837 wieder eingestellt.

[611] Zur Biographie und zu einem Überblick über Schlömilchs Forschungen sei auf [Krause 1901]; [Cantor 1901] und [Koch 1986] verwiesen.

sehr speziellen Detailuntersuchungen zuwandte, bemühte er sich, diese von einem möglichst allgemeinen Standpunkt aus durchzuführen. Auf diese Weise hat er eine Fülle von Integralberechnungen, Darstellungen bzw. Eigenschaften der Koeffizienten von Reihen usw. angegeben, die für die Lösung von konkreten Beispielen nützlich waren. Hinsichtlich der strengen, mathematisch exakten Herleitung der einzelnen Resultate folgte er dem allgemeinen Geist seiner Zeit. Er verband die euphorische, wenig kritische Anwendung der Analysis des 18. Jahrhunderts mit den von Männern wie Augustin Louis Cauchy (1789 – 1857), Carl Friedrich Gauß und Johann Peter Gustav Dirichlet ausgehenden Bemühungen um eine strengere Fundierung der einzelnen Operationen. Vielfach rügte er teils in polemischer Form und mit «erfrischende[r] Grobheit»[612] den sorglosen Umgang mit verschiedenen mathematischen Operationen, beispielsweise die fehlenden Konvergenzuntersuchungen bei der Verwendung von Reihen, und demonstrierte mit zahlreichen Beispielen die dadurch entstehenden Fehler. Unverkennbar war die spöttische Note, mit der er Lagrange, Louis François Antoine Arbogast (1759 – 1803) und anderen eine «lächerliche Furcht» vor der Einführung des Grenzwertbegriffs vorwarf, die diese veranlasst habe, «allen Forderungen nach natürlichem und heuristischem Gedankengange zum Trotz die ganze Lehre [der Differentialrechnung] auf den Kopf [zu] stellen und sie zu einer blosen Ableitungsrechnung werden» zu lassen.[613]

In mehreren Artikeln setzte sich Schlömilch beispielsweise mit der von Friedrich Wilhelm Barfuss (1809-?) vertretenen Auffassung auseinander, bei der Rechnung mit unendlichen Reihen käme es «hauptsächlich auf die Umwandlungen der Form einer Funktion an, wobei sie einmal als geschlossener, einmal als ins Unendliche fortlaufender Ausdruck erscheint, und nicht auf ihre arithmetischen Werthe in der letzteren Gestalt».[614] Barfuss war dabei nur eine mehr zufällig in den Vordergrund gerückte Person. Im Allgemeinen verband Schlömilch die obigen Vorstellungen mit der kombinatorischen Analysis bzw. stellte sie in eine an Leonhard Euler (1707 – 1783) anknüpfende Tradition. In diese Tradition reihte er auch seinen von ihm verehrten Lehrer Fries ein, der als Erster versucht

[612] Cantor 1901, S. 262

[613] Schlömilch 1847d, S. VII

[614] Schlömilch 1844c, S. 374 f. Die weiteren Artikel in dieser Auseinandersetzung waren [Schlömilch 1844d] und [Schlömilch 1847c].

habe, die alte Analysis einer allgemeinen theoretischen (philosophischen) Analyse zu unterziehen. Fries habe dabei auf Euler vertraut und die in dieser Lehre enthaltenen Schwächen im Detail übersehen.[615]

Derartige direkte Auseinandersetzungen mit den veralteten Lehren der sogenannten allgemeinen Arithmetik bildeten nur einen Teil von Schlömilchs Schaffen, im Vordergrund stand in seinen Arbeiten vielmehr die Darlegung der neuen Theorie. Beispielhaft seien einige seiner Resultate angeführt. Bereits in seiner Dissertation über die Anziehungen der Sphäroide hatte er sich 1844 mit dem Taylor'schen Theorem zur Entwicklung einer (hinreichend oft differenzierbaren) Funktion in eine Potenzreihe beschäftigt und dabei der Darstellung des Restgliedes besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Drei Jahre später leitete er im ersten Teil seines *Handbuch[s] der Differenzial- und Integralrechnung* die heute nach ihm benannte, sehr allgemeine Form des Restgliedes her.[616] Diese Formel, die oft als eine seiner wichtigsten mathematischen Leistungen hervorgehoben wird, enthält als Spezialfälle die von Lagrange bzw. Cauchy angegebenen Formen des Restgliedes. Häufig nutzte Schlömilch die Entwicklung einer Funktion in eine Reihe und analysierte die Anwendbarkeit einiger Operationen mit Reihen, wobei typische Fragestellungen der algebraischen Analysis oft den Ausgangspunkt bildeten.[617] Die Tatsache, dass er dabei mehrfach nicht darüber hinauskam, die eingeschränkte Gültigkeit des bisherigen Vorgehens aufzuzeigen, dokumentiert das vorherrschende Forschungsniveau und zeigt, wie sehr der ganze Umgestaltungsprozess noch am Anfang stand. So belegte Schlömilch am konkreten Beispiel Abels Aussage, dass Differentiation und Summation bei Reihen nicht beliebig vertauscht werden können, drang aber nicht zu notwendigen oder hinreichenden Bedingungen für diese Vertauschbarkeit vor.[618] Erwähnt sei noch, dass er Cauchy auch in die Anfänge der Funktionentheorie folgte und die Reihenent-

[615] Schlömilch 1844b; Fries hatte den Begriff des «syntaktischen» Operierens mit Reihen geprägt und Schlömilch kritisierte wiederholt die «synthaktische oder allgemein analytische Bedeutung der unendlichen Reihen, wie sie namentlich von [M.] Ohm und seinen Schülern verfochten» wurde (Schlömilch 1847a, S. 51 f.), vgl. auch [Schlömilch 1850a].

[616] Schlömilch 1847d, S. 176

[617] Stellvertretend seien neben den schon erwähnten Arbeiten genannt: Schlömilch 1843a; Schlömilch 1843b; Schlömilch 1844a; Schlömilch 1844b; Schlömilch 1850c.

[618] Schlömilch 1847b; Schlömilch 1850a

wicklung von Funktionen einer komplexen Veränderlichen studierte. Schließlich sei noch Schlömilchs Beschäftigung mit der Bürmann'schen oder Lagrange-Bürmann'schen Reihe erwähnt, die nochmals die engen Beziehungen zur kombinatorischen Analysis vor Augen führt. Es handelt sich dabei darum, für eine gegebene Funktion $f(x)$, für die eine Darstellung in Form einer MacLaurin'schen Reihe vorliegt, eine zweite Reihenentwicklung anzugeben in der Form

$$f(x) = A - Bt - Ct^2 - Dt^3 - \ldots,$$

«wobei t eine gegebene Funktion von x etwa $t = \varphi(x)$ ist.»[619] Wieder bemühte sich Schlömilch, die Bedingungen aufzuklären, unter denen diese Reihe gebildet werden kann.

Neben weiteren Arbeiten zur Analysis, die der Bestimmung höherer Differentialquotienten, dem Studium des Integrallogarithmus, der Transformation bestimmter Integrale, den Eigenschaften der Gamma-Funktion, der Entwicklung elliptischer Funktionen und anderem gewidmet waren, finden sich einige Artikel zur Geometrie und zur mathematischen Physik. Insbesondere bei den wenigen mathematisch-physikalischen Studien stand der physikalische Aspekt jedoch sehr im Hintergrund, es dominierte die analytische Behandlung des jeweiligen Problems.[620]

Überblickt man Schlömilchs Arbeiten sowohl der Jenaer Zeit als auch der anschließenden Schaffensperioden, so steht zweifellos der Analytiker im Vordergrund. Gelegentlich kleidete er das von ihm behandelte Problem in einen physikalischen Kontext, ohne aber physikalische Argumente in die Lösung der Aufgabenstellung, etwa bei den Eigenschaften der betrachteten Funktion, heranzuziehen. In diesem Sinne folgte er einer zur damaligen Zeit oft geübten Praxis, indem er von einem idealen physikalischen Sachverhalt ausging, der nur sehr bedingt das reale Geschehen beschrieb, und sich darauf konzentrierte, die Anwendung der analytischen Methoden zu demonstrieren. Die in den beiden Jahrzehnten vor der Jahrhundertmitte beginnenden Veränderungen in der mathematischen Physik, wie sie zuerst und sehr markant in der Königsberger Schule der mathematischen Physik ausgeprägt wurden, hat er auch in späteren Jahren nicht rezipiert. Ebenso verhielt es sich mit

[619] Schlömilch 1850d, S. 31

[620] Schlömilch 1846; Schlömilch 1851a; Schlömilch 1855; Schlömilch 1856

der Fortsetzung des Prozesses zur exakten Begründung der Analysis in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts durch Mathematiker wie Bernhard Riemann, Karl Weierstraß (1815 – 1897), Leopold Kronecker (1823 – 1891), Georg Cantor (1845 – 1918), Giuseppe Peano (1858 – 1932) u. a.

Wenn Schlömilch auch nicht direkt für die Gestaltung der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik wirksam wurde, so ist doch noch ein Aspekt zu erwähnen, der hinsichtlich der Breitenwirkung nicht unterschätzt werden sollte. Er hat eine ganze Reihe von Lehr- und Handbüchern geschrieben und gehörte damit in einer Zeit, in der eine solche schriftstellerische Aktivität wissenschaftlich kaum anerkannt wurde, zu den Ersten, die die Ablösung der bis dahin dominierenden französischen Lehrbücher einleiteten.[621] Seine Werke reflektierten angemessen den Entwicklungsstand der Mathematik jener Zeit. Sie waren sehr erfolgreich, erreichten mehrere Auflagen und trugen zur Verbesserung des Ausgangsniveaus bei. Für die hier betrachtete Fragestellung sei die von Schlömilch zunächst angeregte und wegen erheblicher Mängel selbst überarbeitete Übersetzung des *Lehrbuch[s] der analytischen Mechanik* von Jean-Marie Constant Duhamel (1797 – 1872) hervorgehoben, die als Zeichen seiner aufgeschlossenen Haltung zur Physik gewertet werden kann.[622] So dürfte er sich der wechselseitigen Beeinflussung von Mathematik, Physik und Astronomie durchaus bewusst gewesen sein, der Verbesserung der mathematischen Lehre und des Grundniveaus an mathematischen Kenntnissen bei den Studierenden maß er jedoch die höhere Priorität zu.

Der ab 1850 faktisch in der Nachfolge von Schlömilch lehrende Schaeffer erwarb sich zwar den Ruf und die Anerkennung eines ausgezeichneten Pädagogen, ist aber als mathematischer Forscher nicht in Erscheinung getreten.[623] Die wenigen Publikationen, die von ihm ermittelt werden konnten, waren meist kurze Überblicke über einzelne Vorlesungen. Die Übersichten dokumentieren Schaeffers Bemühen, die Fortschritte in den einzelnen Wissensgebieten in die Lehre zu integrieren,

[621] Schlömilch 1843c; Schlömilch 1845; Schlömilch 1847d; Schlömilch 1848; Schlömilch 1851a; Schlömilch 1851b; Schlömilch 1853

[622] Schlömilch 1861

[623] Zur Würdigung von Schaeffers Verdiensten in der Lehre vergleiche [Abbe 1904], Bd. 2, S. 345 f. und die Darlegungen im Kapitel 4, insbesondere S. 154, 160.

und lassen eine gewisse Aufgeschlossenheit hinsichtlich der Einbeziehung theoretischer, insbesondere mathematischer Überlegungen vermuten.[624] Eine spezielle Betonung dürfte jedoch dieser letztgenannte, für die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik wichtige Aspekt bei Schaeffer nicht erfahren haben. Eine Ausnahme unter seinen Publikationen bildete das *Lehrbuch der Stereometrie*, das als dritter Teil die zweite Auflage des Lehrbuchs der Geometrie seines Lehrers Snell ergänzte und abrundete.[625] Er folgte darin dem didaktischen Anliegen Snells und stellte die Stereometrie als Weiterführung der Planimetrie dar.

Die Vertretung der Mathematik und Physik an der Salana wurde also bis weit nach der Jahrhundertmitte von Gelehrten geleistet, die mit Ausnahme von Schlömilch, nicht als aktive Forscher auf diesen Gebieten tätig waren. Im Rahmen ihrer individuellen Möglichkeiten und Interessen bemühten sie sich, neuere Erkenntnisse und Trends in den beiden Disziplinen zu berücksichtigen, und beteiligten sich mit eigenen Werken an der Schaffung einer deutschsprachigen Lehrbuchliteratur. In diesem Bestreben konnten sie zwar das notwendige Niveau in der Ausbildung der Studierenden sichern bzw. verbessern, aber nicht ein spezifisches Forschungsprofil hervorbringen. In jenen Jahrzehnten nach 1850 als die beiden Fachgebiete durch einen starken Zuwachs an neuen Resultaten gekennzeichnet waren, verfügte die Jenaer Universität also nur über ein beschränktes Potential für Forschung.

5.2 Ernst Abbe und die Formung der physikalischen Forschung

Abbe hat die Entwicklung von Mathematik und Physik an der Universität Jena nachhaltig beeinflusst (vgl. Abschnitt 3.6 und 3.13). Bereits in den mehr als eineinhalb Jahrzehnten, die er unter dem Ordinariat Snells wirkte, schuf er eigenständig wichtige Teile jener Forschungen, die dann die Entwicklung der Physik in Jena bis über die Jahrhundertwende hinaus prägten. Es erscheint daher gerechtfertigt, Abbes diesbezüglichen Aktivitäten in einem Komplex zu behandeln und nicht den Zusammen-

[624] Schaeffer 1864; Schaeffer 1851; Schaeffer o. J.
[625] Schaeffer 1857

hang durch eine Einteilung entsprechend der wechselnden Besetzung des Ordinariats zu zerreißen.

5.2.1 Der Weg zur Optik als zentrales Forschungsfeld

Schon in seiner Göttinger Dissertation lieferte Abbe ein Beispiel für das Zusammenspiel von physikalischer Theorie und experimenteller Praxis unter der Einbeziehung mathematischer Überlegungen. Sein Ziel war es, von den Erscheinungen ausgehend, eine «progressive[n] Begründung der mechanischen Wärmetheorie» zu geben und damit die oft gebrauchte «regressive» Vorgehensweise beim Aufbau der Theorie umzukehren.[626] Nacheinander zeigte Abbe, wie das Gesetz für die Temperaturänderung bei verschiedenen Gasen ermittelt werden kann, wenn kein Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfindet bzw. wenn äußere Wärmeeinflüsse vorliegen. Die Einführung des Begriffs der Wärmemenge bildete dann die Basis, um den «Grund der Temperaturerscheinungen überhaupt in den Körpern»[627] ganz allgemein zu erfassen und um schließlich die Äquivalenz von Wärme und mechanischer Arbeit folgern zu können. Als eine Konsequenz deutete Abbe noch den Übergang zu der von August Karl Krönig (1822 – 1879), Rudolf Clausius (1822 – 1888) und anderen entwickelten Theorie der Gase an.

In seiner Jenenser Habilitationsschrift unterzog Abbe die Methode der kleinsten Quadrate einer genaueren Analyse. Es handelte sich dabei nur auf den ersten Blick um eine rein mathematische Abhandlung. Unverkennbar demonstrierte Abbe seine umfassenden Kenntnisse zur Integration von Funktionen mit komplexem Argument. Die Frage nach der Anwendbarkeit der genannten Methode war jedoch für die Auswertung der im Experiment oder bei Beobachtungen erhaltenen Daten in Physik und Astronomie sehr bedeutsam, ging also über das mathematische Problem hinaus. Als Ausgangspunkt formulierte er folgende Fragestellung: In irgendeinem Vorgang variiere eine messbare Größe B in Abhängigkeit von einer anderen Größe A.

[626] Abbe 1861, S. 6. Unter regressiven Vorgehen verstand Abbe, dass zur Bildung einer Theorie eine Hypothese über die Erscheinungen formuliert, daraus experimentell kontrollierbare Folgerungen deduziert und mit der Beobachtung verglichen wurden. In der Übereinstimmung der beiden wurde dann eine Bestätigung der Hypothese gesehen (Abbe 1861, S. 4).

[627] Abbe 1861, S. 27

> «Es seien alsdann einerseits für eine Reihe einzelner Werthe des Bestimmungsstückes $A, \ldots, a_1, a_2, \ldots a_n$ die zugehörigen des andern $B, \ldots, b_1, b_2, \ldots b_n$ durch directe Messung ermittelt, und andrerseits sei – irgend woher – eine theoretische Formel als Ausdruck der zwischen beiden stattfindenden Abhängigkeit vorgelegt, $B = F(A)$, vermöge welcher den Werthen $a_1, a_2, \ldots a_n$ die *berechneten* Werthe $\beta_1, \beta_2, \ldots \beta_n$ entsprechen. Die Frage ist nun: welche Wahrscheinlichkeit besteht dafür, dass die n Differenzen
>
> $$\beta_1 - b_1 = x_1, \ldots \beta_n - b_n = x_n$$
>
> ausschliesslich von zufälligen Beobachtungsfehlern herrühren?»[628]

In einer Fußnote vermerkte Abbe, dass sich die in der Praxis vorkommenden Aufgaben meist auf dieses einfache Schema zurückführen lassen. Zur Lösung des Problems betrachtete er die Summe S der Quadrate der n Fehler x_i : $(S = x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_n^2)$ und eine Summe Θ von Quadraten der Differenzen aufeinanderfolgender Fehler $(\Theta = (x_1 - x_2)^2 + (x_2 - x_3)^2 + \ldots + (x_{n-1} - x_n)^2 + (x_n - x_1)^2)$. Beide Summen betrachtete er als Funktionen der Fehler x_i und bildete den Quotienten Θ/S. In mehreren Schritten zeigte Abbe dann, dass aus dem Wert, den dieser Quotient für ein gegebenes System von Fehlern annimmt, eine Aussage abgeleitet werden kann, mit welcher Wahrscheinlichkeit das vorgelegte Fehlersystem nur zufällige Fehler enthält. Die Grundlage bildeten umfangreiche Berechnungen der Wahrscheinlichkeiten, dass für ein gegebenes System von Messwerten die Funktionswerte der beiden Funktionen bzw. ihres Quotienten Θ/S zwischen Null und jeweils einem beliebigen, festen Wert K, K' oder K'' liegt. Mit dem Hinweis, dass die numerische Bestimmung des Quotienten in der Praxis bei gegebenem Fehlersystem ohne Schwierigkeiten möglich sei, hatte Abbe entsprechend dem damaligen Kenntnisstand, speziell des noch unvollkommenen begrifflichen Rahmens, eine befriedigende Lösung erreicht.

Sein vornehmliches Anliegen, den Blick der Zeitgenossen zu schärfen, bei der Anwendung mathematischer Methoden stets kritisch zu prüfen, ob dieses Vorgehen in der konkreten Situation auch sachgemäß ist, verdient hinsichtlich der Bedeutung für die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik besonders hervorgehoben zu werden. Nachdem

[628] Abbe 1863, S. 4

noch zum Beginn des 19. Jahrhunderts der unkritische Rückgriff auf die Wahrscheinlichkeitsrechnung in einigen Gebieten zu falschen bzw. widersprüchlichen Aussagen geführt hatte, war ein sorgfältiger Umgang und eine genaue Prüfung der Anwendbarkeit wahrscheinlichkeitstheoretischer Schlüsse um so dringlicher. Abbe hat diesem Aspekt auch später die nötige Aufmerksamkeit geschenkt und zum Beispiel die bei der Demonstration eines von Zeiss angefertigten Apparats zum Zählen von Blutkörperchen zur Auswertung der Ergebnisse benutzten Sätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung in einer separaten Abhandlung hergeleitet.[629] Mit der Zielsetzung seiner Habilitationsschrift stellte sich Abbe zugleich, ohne es explizit zum Ausdruck zu bringen, in die Tradition der Fries'schen Schule und der Behandlung der Wahrscheinlichkeitsrechnung durch Fries. Snell beonte als Gutachter der Arbeit diese Verbindung ebenfalls, indem er sie, da sie einen wichtigen Punkt der Methodik der induktiven Wissenschaft behandele, in das Gebiet der Wissenschaftslehre einordnete.[630]

Theoretische Fragen der Optik und des wissenschaftlichen Gerätebaus, die Abbe bereits zu diesem Zeitpunkt im Zusammenhang mit der Verbesserung astronomischer Geräte beschäftigten, wurden mit der beginnenden Zusammenarbeit mit Zeiss ab Mitte der 1860er Jahre zum dominierenden Forschungsthema für Abbe. In einzigartiger und sehr erfolgreicher Art und Weise verknüpfte er die theoretische Durchdringung des Mikroskopaufbaus mit der Umsetzung der gewonnenen Einsichten in konstruktive Veränderungen. Wesentliche Orientierungen lieferte ihm die Vorgehensweise von Joseph Fraunhofer (1787 – 1826) beim Bau von Fernrohren und von Joseph Petzval (1807 – 1891) bzw. Carl August Steinheil (1801 – 1870) bei der Herstellung von Photoobjektiven. In allen drei Fällen war eine möglichst genaue mathematische Berechnung der Objektive und Linsensysteme die Basis für die Produktion neuer besserer Instrumente gewesen. Abbe erkannte die bisherige Theorie des Mikroskops als «in wesentlichen Stücken sehr unvollständig» und den zu lösenden Aufgaben nicht gewachsen. Die

> «theoretische Analyse der Wirkung eines Linsensystems von großem Oeffnungswinkel [musste] auf eine viel breitere mathe-

[629] Abbe 1895
[630] Endres 2002, S. 100

> matische Grundlage gebaut und viel weiter ins Einzelne geführt werden.»[631]

Bei seinen Bemühungen, den Mikroskopbau auf eine wissenschaftliche Basis zu gründen, konstatierte er, dass die Schaffung

> «eines den heutigen Ansprüchen genügenden Mikroskopsystems von einer unerwartet grossen Anzahl selbständiger Bedingungen abhängt, deren sachgemässe Würdigung nicht möglich ist ohne die Einführung mancher neuer Gesichtspunkte in die allgemeine Theorie des Mikroskops.»[632]

Diese Ergänzung der Theorie sah Abbe zunächst als eine hauptsächlich mathematische Aufgabe, die mit den feststehenden Gesetzen der Dioptrik zu erledigen war. Als ein zentrales Manko erwiesen sich jedoch die ungenügenden Kenntnisse über die Bedeutung des Öffnungswinkels der Objektive. Die Beseitigung dieses Mangels führte zu dem Ergebnis, dass «die Erzeugung der mikroskopischen Bilder an einen eigenthümlichen, bisher nicht beachteten physikalischen Prozess geknüpft ist, der in den Objecten selbst seinen Sitz hat, unabhängig von der Einrichtung der Mikroskope eintritt, für dessen Effecte aber diese letztere mittelbar maassgebend wird».[633] Mit anderen Worten, für die Abbildung der mikroskopischen Objekte konnten nicht dieselben «dioptrischen Grundsätze» angewandt werden wie bei den Bildern im Fernrohr oder in den Photoobjektiven. Eine wesentliche Schwierigkeit bei der Lösung des Problems bestand darin, dass es nicht damit getan war, Bedingungen für die Vermeidung der verschiedenen Abbildungsfehler theoretisch herzuleiten, sondern dass es vor allem auf deren geschickte Kombination ankam. Die Bedingungen konnten nicht alle gleichzeitig erfüllt werden, um beispielsweise sphärische Aberration und Distorsion [d. i. Verzerrung des Bildes] vollständig zu vermeiden. In der Praxis musste folglich für den jeweiligen Verwendungszweck eine möglichst optimale Festlegung der Parameter getroffen werden. Als Ergebnis schuf Abbe eine neue Theorie des Mikroskops und der mikroskopischen Wahrnehmung, die er ständig weiterentwickelte. Aufs Engste mit ihr verknüpft waren umfangreiche experimentelle Erfahrungen und die

[631] Abbe 1873, S. 415
[632] Abbe 1873, S. 415 f.
[633] Abbe 1873, S. 417

praktische Umsetzung der neuen theoretischen Erkenntnisse, bis hin zu der Konstruktion geeigneter Mess- und Prüfgeräte, um beispielsweise die Mikroskoplinsen entsprechend der vorgegebenen Eigenschaften anfertigen zu können. Für eine ausführliche Schilderung von dieser Seite des Abbe'schen Schaffens sei auf die Darstellungen von Auerbach, Stolz und Wittig bzw. Dörband und Müller verwiesen.[634] Alle drei Werke geben zugleich eine eingehende Schilderung von Abbes Leben und Wirken und von der Zusammenarbeit mit Carl Zeiss bzw. mit Otto Schott. Speziell auf die umfangreichen Arbeiten zur Entwicklung neuer Glassorten für die Herstellung von Linsen kann in dem hier behandelten Kontext nicht eingegangen werden.

Im Jahre 1873 kündigte Abbe in einer für die «praktischen Mikroskopiker» zusammengestellten Übersicht eine ausführliche Darlegung seiner Theorie des Mikroskops, einschließlich der mathematischen Entwicklungen, an. Eine solche Gesamtdarstellung seiner Theorie hat er nie veröffentlicht. Erst sein Schüler Otto Lummer (1860 – 1925) publizierte zusammen mit Fritz Reiche (1883 – 1969) im Jahre 1910 auf der Basis der eigenen Mitschrift von Abbes Vorlesung aus dem Wintersemester 1887/88 eine bearbeitete Fassung.[635] In dem erwähnten Übersichtsartikel formulierte Abbe auch den von ihm 1868 erkannten, meist als Sinus-Bedingung bezeichneten Sachverhalt als einen «für die ganze Theorie des Mikroskops sehr fruchtbaren», grundlegenden Satz:

> «Wenn ein optisches System für einen seiner Brennpunkte vollkommen aplanatisch ist, so trifft jeder von diesem Brennpunkt ausgehende Strahl eine durch den andern Brennpunkt gelegte Ebene in einem Abstande von der Axe, dessen lineare Grösse gleich ist dem Product aus der Aequivalentbrennweite des Systems mit dem Sinus des Winkels, welchen der betreffende Strahl mit der Axe bildet.»[636]

Sechs Jahre später behandelte er allgemeine endliche Abbildungen und präsentierte den Satz in etwas modifizierter Form:[637] Im einfachsten Fall lautete die Bedingung: $\sin u / \sin u' = \text{const.}$, wobei u und u' die

[634] Auerbach 1918; Stolz/Wittig 1993; Dörband/Müller 2005
[635] Abbe 1910
[636] Abbe 1873, S. 420. Nach Abbe sind Objekt- und Bildpunkt eines Systems aplanatisch, wenn sie keine sphärische Aberration aufweisen.
[637] Abbe 1879a, S. 132

Neigungswinkel des Strahls zur optischen Achse im Objekt- bzw. im Bildpunkt bezeichneten. In die Konstante gingen unter anderem die Brechungsindizes und die Lateralvergrößerung der Abbildung ein. Abbe verwies in diesem Zusammenhang darauf, dass Hermann Helmholtz unabhängig und fast zeitgleich mit ihm die Sinus-Bedingung auf völlig anderem Wege abgeleitet und dadurch die Wirkungsweise optischer Apparate in einen breiteren Kontext «mit dem allgemeinen Princip der neueren Physik» gestellt habe.[638] Bereits zuvor war von ihm an anderer Stelle hervorgehoben worden, dass die Helmholtz'sche Publikation der Anerkennung und Berücksichtigung seiner Theorie des Mikroskops einen kräftigen Rückhalt verliehen habe.[639]

Als ein weiterer wichtiger Punkt seiner Theorie seien die Bemühungen genannt, die Auflösung der Objektive zu bestimmen und zu steigern. Er klärte die verschiedenen Einflüsse, wie Öffnungswinkel des Objektivs, zentrale oder schiefe Beleuchtung des Objektes und Verwendung einer Immersionssubstanz, auf und leitete schließlich eine Formel für d, die kleinste Distanz des Unterscheidbaren ab.

> «Durch kein Mikroskop können Theile getrennt (oder die Merkmale einer real vorhandenen Structur wahrgenommen) werden, wenn dieselben einander so nahe stehen, dass auch der erste durch Beugung erzeugte Lichtbüschel nicht mehr gleichzeitig mit dem ungebeugten Lichtkegel in das Objectiv eintreten kann.»[640]

Bezeichnen λ die Wellenlänge des verwendeten Lichtes, n die Brechzahl des zwischen Objekt und Objektiv befindlichen Mediums und u den Öffnungswinkel des Objektivs, dann ergibt sich die kleinste unterscheidbare Distanz d aus der Formel

$$d = \frac{\lambda}{n \cdot \sin u} \qquad \text{für zentrale Beleuchtung bzw.}$$

$$d = \frac{\lambda}{2 \cdot n \cdot \sin u} \qquad \text{für schiefe Beleuchtung.}$$

Damit hatte Abbe auch diese Fragen nicht nur theoretisch gelöst, sondern zugleich eine praktisch anwendbare Form gefunden. Die teilweise

638 Abbe 1879a, S. 133

639 Abbe 1878, S. 395 f.; Helmholtz 1874. Zur mangelnden Anerkennung bzw. direkten Ablehnung von Abbes Theorie vgl. [Auerbach 1918], S. 206 – 210.

640 Abbe 1878, S. 455

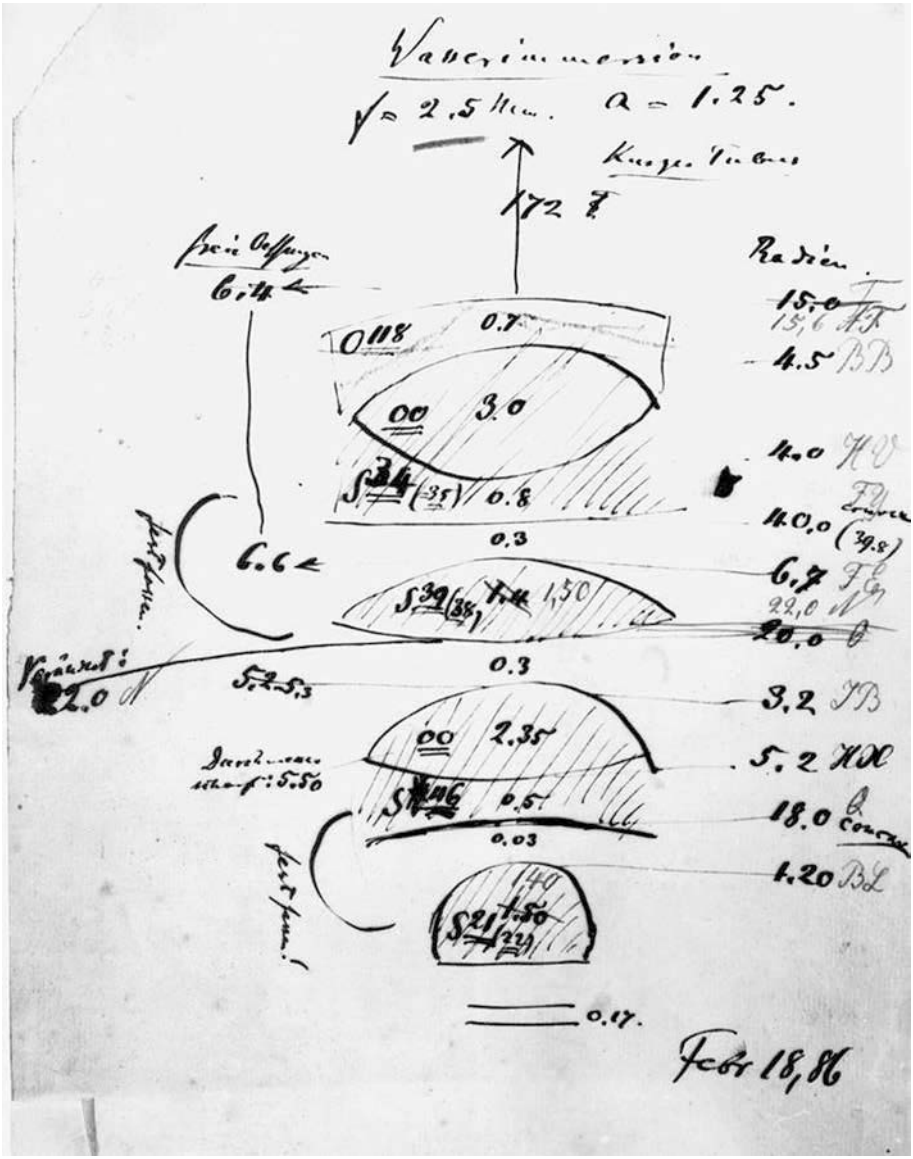


Abbildung 5.5
Notiz zu einem Apochromaten mit Wasserimmersion von E. Abbe
(18. Februar 1886)

in Auseinandersetzung mit Arbeiten zur Theorie mikroskopischer Abbildungen, die seinen Ergebnissen widersprachen, vorgenommene Ausarbeitung und Ausdehnung seiner Theorie hat er nicht publiziert und unvollendet gelassen.[641] Hervorzuheben sind in dieser Beziehung noch die englischsprachigen Artikel, in denen Abbe verschiedene Aspekte des Mikroskopbaus aus praktisch-experimenteller wie aus theoretischer Sicht behandelte.[642]

Dieses Ineinandergreifen von konstruktiv-gerätetechnischen, experimentellen und theoretischen Gesichtspunkten war für viele Arbeiten Abbes typisch, wobei die Orientierung an der Praxis überwog. Die Bedeutung einer theoretischen Durchdringung des jeweiligen Problems hob er meist deutlich hervor, doch verlor er sich nicht in formellen mathematischen Entwicklungen. Die Ergebnisse theoretischer Überlegungen konfrontierte er immer wieder mit den experimentellen Daten bzw. den praktischen Erfahrungen. Die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik erhielten bei ihm eine sehr spezifische Ausprägung, die die Frage der instrumentellen Realisierbarkeit nahezu untrennbar miteinschloss. Auf diese Weise hat Abbe die Gestaltung dieser Beziehungen wesentlich beeinflusst und ihnen ein für die Universität Jena charakteristisches Gepräge gegeben.

5.2.2 Sohncke und Winkelmann – die ersten Ordinarien für Experimentalphysik in Jena

In die Ära Abbes fiel die Trennung der Lehrstühle für Mathematik und Physik (vgl. Abschnitt 3.8). Der erste Vertreter der Physik wurde im Herbst 1882 Leonhard Sohncke. Zur Einschätzung des Einflusses von dessen etwa vier Jahre währenden Wirken auf die physikalische Forschung gilt es Folgendes zu beachten: Zum einen publizierte er in dieser Zeit keine neuen herausragenden Resultate, da nicht zuletzt die Vorlesungen und für etwa drei Semester der Institutsneubau wohl seine ganze Kraft beanspruchten. Zum anderen fügten sich Teile seiner Forschungen, jene zur Meteorologie und zur Optik, in die Jenaer Tradition ein und

[641] Abbe 1881c. Vgl. speziell Abbes Ausführungen am Schluss des Beitrags und die Anmerkung der Herausgeber bei der Publikation des Artikels in den *Gesammelten Abhandlungen* (Abbe 1904, S. 312).

[642] Abbe 1879b; Abbe 1881a; Abbe 1881b; Abbe 1882; Abbe 1884a; Abbe 1884b

haben hier sicher anregend gewirkt, ohne dass dies konkret nachweisbar ist.[643] Für eine Etablierung der Untersuchungen zu Kristallstrukturen, für die Sohncke heute vor allem bekannt ist, war der Zeitraum zu kurz und der Gegenstand lag vermutlich nicht mehr im Zentrum seiner Forschungsinteressen. Erst in der zweiten Hälfte der 1880er Jahre haben einzelne Wissenschaftler an Sohnckes 1867 und damit lange vor seiner Jenaer Zeit entwickelte Theorie angeknüpft, am erfolgreichsten der Kristallograph und Mineraloge Evgraf Stepanovic Fedorov (1853 – 1919) und der Mathematiker Arthur Schönflies (1853 – 1928).[644] Sohncke hatte zunächst 1867 eine auf einfachen, kristallographischen Grundsätzen basierende Theorie aufgebaut und die Ergebnisse von Auguste Bravais (1811 – 1863) hinsichtlich der sieben möglichen Kristallsysteme und der Raumgittertypen bestätigt.[645] Dieses Bemühen um eine exakte Fundierung der Theorie ließ ihn zugleich erkennen, dass durch die dabei zu machende Annahme über die Lagerung der Moleküle zueinander andere Strukturformen ausgeschlossen wurden. In den folgenden Jahren widmete er sich der Aufgabe, die Struktur der Kristalle systematisch aufzuklären. Dies bedeutete, da er einen Kristall als «ein endliches Stück eines unendlichen regelmäßigen Punktsystems» betrachtete, alle «überhaupt möglichen regelmässigen Punktsysteme von allseitig unbegrenzter Ausdehnung» aufzusuchen.[646] 1874 legte er erste Ergebnisse vor[647], um kurze Zeit später nach dem Bekanntwerden mit dem *Mémoire* von Camille Jordan (1838 – 1922) über Bewegungsgruppen[648] festzustellen, dass Jordan damit im Wesentlichen die in Angriff genommene Aufgabe als Teil eines allgemeineren Problems gelöst hatte. Es fehlte aber eine Übersetzung der «Resultate in die anschauliche Ausdrucksweise der Geometrie», durch die eine «unmittelbare Anwendung auf die Theorie der Krystallstruktur» erst möglich wurde.[649] Dies wurde von Sohncke

[643] Eine ausführliche Würdigung von Sohnckes wissenschaftlichem Werk haben S. Finsterwalder und H. Ebert gegeben [Finsterwalder/Ebert 1898].

[644] Eine genaue Analyse von Sohnckes Theorie der Kristallstruktur und der daran anschließenden Arbeiten von Fedorov und Schönflies hat E. Scholz durchgeführt (Scholz 1989, Kap. I, § 5).

[645] Sohncke 1867

[646] Sohncke 1879, S. 28

[647] Sohncke 1874

[648] Jordan 1868

[649] Sohncke 1879, S. 25

in den folgenden Jahren durchgeführt. Er unterzog Jordans *Mémoire* einer kritischen Analyse, schied mehr als 100 Bewegungsgruppen als ohne Beziehung zur Theorie der Kristallstruktur aus, d. h. Gruppen mit infinitesimalen Erzeugenden bzw. ohne relativ kompakten Fundamentalbereich, und ergänzte, neben der Korrektur kleinerer Ungenauigkeiten, die Liste der Raumgruppen um eine Reihe von Systemen.[650] Letztere hatte er bereits früher mit völlig anderen Methoden ermittelt. Sein 1879 erschienener systematischer Aufbau der Theorie in der Monographie *Entwicklung einer Theorie der Krystallstruktur* enthielt eine Liste von 66 «Punktsystemen»[651] und lieferte den angestrebten Überblick über «alle vom geometrischen Standpunkte aus überhaupt möglichen Strukturformen für Krystalle»[652]. Drei Jahre später vervollständigte er die Theorie, indem er unter Annahme einer weiteren Hypothese aus den jeweiligen Strukturformen die möglichen Kristallflächen ableitete und nachwies, dass diese das sogenannte Rationalitätsgesetz erfüllten.[653] Mit diesen Studien hat er die Anwendung gruppentheoretischer Methoden in der Kristallographie stark gefördert. All diese Arbeiten lagen jedoch vor bzw. nach seiner Jenaer Zeit.

In Jena standen vor allem Fragen der Optik im Mittelpunkt seiner Forschungen. Er setzte zunächst die im Dezember 1879 begonnenen Untersuchungen zu Newton'schen Ringen fort. Im Bemühen, die von dem Hallenser Mathematiker Albert Wangerin (1844 – 1933) theoretisch hergeleitete Exzentrizität der Ringe experimentell zu bestätigen, war er auf wesentliche Fehler in den Vorstellungen über die Newton'schen Ringe gestoßen und hatte dann zusammen mit Wangerin eine grundlegende Neubearbeitung dieser Erscheinung vorgenommen. Sohncke fiel dabei, obwohl auch er mathematisch sehr gut gebildet war, der experimentelle Teil, seinem Partner die theoretische Begründung zu. Beide führten ihre Untersuchungen zunächst unabhängig voneinander durch, um sie dann am Ende gemeinsam zu vergleichen, was eine qualitativ und quantitativ befriedigende Bestätigung ergab. In der Theorie berücksichtigte Wangerin jetzt die Ausdehnung der Lichtquelle und wies

650 Sohncke 1876

651 Dies war ein Punktsystem zu viel. Zwei Punktsysteme Sohnckes entsprachen der gleichen Raumgruppe.

652 Sohncke 1882, S. 491

653 Sohncke 1882

insbesondere nach, dass die Orte der Interferenz auf einer Regelfläche dritter Ordnung lagen.[654] Die im Anhang zu dieser Arbeit skizzierte Theorie zu Interferenzerscheinungen an keilförmigen Blättchen bildete den Gegenstand ihrer weiteren Zusammenarbeit. Sich mit verschiedenen, von Friedrich Wilhelm Feussner (1843 – 1928) vorgebrachten Einwänden gegen ihre Theorie und dessen Ansichten zu dieser Thematik auseinandersetzend, schufen sie eine allgemeine Theorie der Interferenzerscheinungen dünner Blättchen, ohne auf eine früher zugrundegelegte, nicht ganz selbstverständliche Hypothese zurückzugreifen.[655] Sie widerlegten Feussners Behauptungen und begründeten ihre Lehre insbesondere hinsichtlich der Newton'schen Ringe erneut. In ihren experimentellen und theoretischen Untersuchungen lieferten sie eine genaue Bestimmung der Interferenzorte, präzisierten deren Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren und behandelten auch die Abweichungen, die sich für seitlich im Gesichtsfeld liegende Punkte ergaben.

Als weiteres Phänomen studierte Sohncke dann die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes durch elektromagnetische Kräfte. Seit deren Entdeckung durch Michael Faraday (1791 – 1867) im Jahre 1845 war diese Erscheinung mehrfach experimentell wie theoretisch analysiert worden, doch schien die Frage unbeantwortet zu sein, «ob jene Kräfte auch auf unpolarisirtes, natürliches Licht eine nachweisbare Wirkung üben.»[656] Bei der Entwicklung eines geeigneten Versuchsaufbaus konnte Sohncke die Erfahrungen und Ergebnisse Abbes nutzen, die dieser Jahre zuvor bei seinen Forschungen zu mikroskopischen Abbildungen erzielt hatte. Die teilweise Verwendung von Quarzplatten zur Drehung des natürlichen Lichts vereinfachte die Versuche wesentlich. Sohncke zeigte, dass die «electromagnetische Drehung natürlichen Lichtes nicht specifisch verschieden von derjenigen des polarisirten» ist, dass also die «electromagnetische[n] Kräfte auf natürliches Licht in entsprechender Weise wie auf polarisirtes Licht einwirken» und die Drehung der Schwingungsrichtung in demselbem Sinne erfolgt.[657] Er beschrieb eine neue einfache Interferenzerscheinung mit einem schwarzen Streifen

[654] Sohncke/Wangerin 1881; Sohncke 1881
[655] Sohncke/Wangerin 1883
[656] Sohncke 1886, S. 203
[657] Sohncke 1886, S. 217 f.

in der Mitte des Bildes und sah in den erhaltenen Resultaten eine Bestätigung der bisherigen Ansichten über das Wesen des Lichts.

Während seiner Tätigkeit am Polytechnikum in Karlsruhe war Sohncke zugleich Vorstand des meteorologischen Observatoriums und für die Einrichtung und Leitung eines Netzes von meteorologischen Beobachtungsstationen im Großherzogtum Baden verantwortlich gewesen. Die dadurch bedingte Beschäftigung mit meteorologischen Fragen veranlasste ihn zu einer Reihe bemerkenswerter Forschungsarbeiten. In Jena publizierte er hierzu eine Theorie der Gewitterelektrizität.[658] Als Ursache der bei Gewittern auftretenden Elektrizität erkannte er die Reibung von Wassertröpfchen an Eis. Bereits Faraday hatte zuverlässig nachgewiesen, dass durch die Reibung von Wassertröpfchen an irgendwelchen Körpern die Tröpfchen positiv, die Körper negativ elektrisiert wurden. Als einzige Ausnahme wurde Eis positiv elektrisiert. Praktisch entstand diese Reibung, wenn die im aufsteigenden Luftstrom empor geführten Wasserteilchen der Kumuluswolken an den Eisnadeln in den hochschwebenden Zirrus-Wolken vorbeiströmten. Sohncke untermauerte seine Theorie durch zahlreiche Versuche, ohne die letzten Zweifel völlig ausräumen zu können. Außerdem wurde sie durch die Beobachtungen bei Ballonfahrten und später mit Luftschiffen gestützt und soll sich hoher Anerkennung bei Meteorologen erfreut haben.[659]

Sohncke hat sich somit in seinen Forschungen an der Jenaer Universität fast ausschließlich auf experimentelle Arbeiten konzentriert. Theoretischen Betrachtungen bzw. dem Aufbau einer Theorie stand er keineswegs ablehnend gegenüber. Davon zeugte nicht nur seine Lehre von den Kristallstrukturen, sondern gleichfalls seine Jenaer Antrittsvorlesung. In dieser hatte er als Ziel der Physik formuliert, das Zurückführen «der verschiedenen Erscheinungen auf so wenig als möglich Grundthatsachen und Grundhypothesen, welche selbst nicht weiter zurückführbar erscheinen». Aus diesen sollte dann rückwärts die Gesamtheit der Erscheinungen streng deduktiv abgeleitet werden.[660] Anders als in der Theorie der Kristallstrukturen hat er in den in Jena entstandenen Arbeiten nicht auf mathematische Methoden zurückgegriffen bzw. diese seinem Partner Wangerin überlassen. Er

[658] Sohncke 1885
[659] Günther 1908, S. 379
[660] Sohncke 1883, S. 266

selbst gründete seine Theorien auf Grundsätze, die aus der Erfahrung und/oder experimentellen Ergebnissen abgeleitet waren. Für die Bevorzugung einer induktiven Begründung spricht wohl auch das Bemühen, in der Monographie zur Kristallstruktur «keine höhere Mathematik», insbesondere keine Analysis, zu verwenden, und nur in unumgänglichen Fällen, beim räumlichen Anschauungsvermögen, gewisse Anforderungen zu stellen.[661]

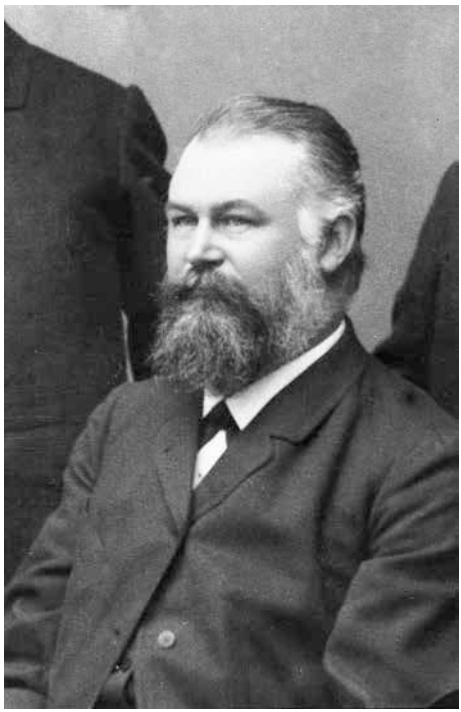


Abbildung 5.6
Adolph Winkelmann, Ordinarius für Experimentalphysik in Jena 1886 – 1910

Für Sohnckes Nachfolger, dem 1886 vom land- und forstwirtschaftlichen Institut in Hohenheim nach Jena gewechselten Adolph Winkelmann, bildete die Wärmelehre das bevorzugte Forschungsgebiet, dem er sich bereits über ein Jahrzehnt gewidmet hatte. Nachdem er zunächst die Wärmebilanz beim Herstellen von verschiedenen Salzlösungen bzw. Flüssigkeitsgemischen und die spezifischen Wärmen mehrerer Stoffe, unter anderem deren Temperaturabhängigkeit, studiert hatte, rückte dann die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit verschiedener

[661] Sohncke 1879, S. IV

Flüssigkeiten und Gase in den Mittelpunkt seines Interesses. Diese Aufgabe hatte durch die von Rudolf Clausius und James Clerk Maxwell (1831 – 1879) geschaffenen Anfänge der kinetischen Gastheorie einen neuen Impuls erhalten, da nach dieser die Wärmeleitfähigkeit der Gase für einen großen Temperaturbereich unabhängig vom Druck sein sollte. Das experimentelle Verifizieren dieser Aussage gestaltete sich dadurch kompliziert, da sowohl eine Wärmeübertragung durch Strömungen innerhalb des Gases als auch eine solche durch Wärmestrahlung verhindert bzw. Letztere genau erfasst werden musste. Unterschiede in der Versuchsgestaltung oder in der theoretischen Argumentation sowie abweichende Werte für die «Wärmeleitungskoeffizienten» ließen immer wieder die Unvollkommenheit des erreichten Kenntnisstandes deutlich werden und regten den wissenschaftlichen Meinungsstreit an. So auch die längeren Auseinandersetzungen zwischen Winkelmann und Heinrich Friedrich Weber (1843 – 1912) bzw. Leo Graetz.[662] Mehrfach nahm Winkelmann die differierenden Werte als Anlass, um seine eigenen Ergebnisse kritisch zu überprüfen, und versuchte, sie mit teilweise veränderten Versuchen zu bestätigen. Beispielsweise zeigte er für die Wärmeleitfähigkeit der Luft eine weitgehende Übereinstimmung der Werte, die mit einer zylinderförmigen bzw. mit einer kugelförmigen Apparatur ermittelten wurden, d. h. in der die Luft bzw. allgemein das Gas zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit zwischen zwei Zylinder bzw. zwei Kugeln eingeschlossen war.[663] Außerdem führte er eine grundlegende Neubestimmung der Temperaturkoeffizienten und der absoluten Werte der Wärmeleitung für Luft, Wasserstoff und Kohlensäure durch.[664]

Ein weiteres Thema aus dem Gebiet der Wärmelehre war das Bemühen, eine Beziehung zwischen Druck, Temperatur und Dichte gesättigter Dämpfe nachzuweisen, welche er formelmäßig fixierte. Die Untersuchungen hierzu beinhalteten insbesondere eine Kritik der von Henri Victor Regnault (1810 – 1878) publizierten Werte für die Verdampfungswärme mehrerer Stoffe und deren Neuberechnung.[665] In diesem

[662] Winkelmann 1874; Winkelmann 1880b; Winkelmann 1880c; Winkelmann 1881; Winkelmann 1883; Winkelmann 1886; Winkelmann 1892; Winkelmann 1893a

[663] Winkelmann 1893a

[664] Winkelmann 1891a

[665] Winkelmann 1880a

Kontext sollen auch Winkelmanns Beschäftigung mit Fragen des Verdampfens von Flüssigkeiten und der Diffusion genannt werden. Die von Jožef Štefan (1835 – 1893) 1874 in den Berichten der Wiener Akademie der Wissenschaften entwickelte neue Theorie des Verdampfens und die daraus abgeleitete Formel für die Verdampfungsmenge unterzog Winkelmann im Jahre 1888 einer kritischen Prüfung bei variierendem äußeren Druck. Er bestätigte die gute Übereinstimmung der Theorie mit seinen experimentellen Beobachtungen und wies auf die Bedeutung dieser Ergebnisse für Diffusionsvorgänge hin.[666] Danach analysierte er die Temperaturabhängigkeit der Diffusionskoeffizienten einiger Gase und bestätigte die seit längerem bekannte Abnahme der Diffusionskoeffizienten bei steigender Temperatur. In den theoretischen Darlegungen kam er zu keinem abschließenden Urteil und regte zur weiteren Aufklärung des Problems an, Dämpfe von Stoffen mit komplizierterem Molekülbau zu studieren, da für diese ein deutlicheres Hervortreten einiger Effekte zu erwarten sei.[667] Schließlich sei noch Winkelmanns experimentelle Bestätigung einer von Max Planck theoretisch hergeleiteten Formel für die Differenz der Konzentration eines Flüssigkeitsgemisches und des aus demselben austretenden Dampfes erwähnt.[668]

Neben der Fortsetzung früherer Arbeiten ist zugleich die Tatsache unverkennbar, dass Winkelmanns Forschungen in Jena sehr bald den örtlichen Gegebenheiten Rechnung trugen. So bildete die Analyse der Eigenschaften verschiedener Gläser ein wichtiges Thema seiner Studien in den 1890er Jahren. Unterstützt von Schott, der die gefärbten Gläser bereitstellte, und Abbe, der eine Verbesserung der Untersuchungsmethode anregte, gelang es Winkelmann, die Anomalien der Brechung bei gefärbten Gläsern deutlicher sichtbar zu machen und frühere Aussagen von August Kundt über den Zusammenhang von Absorptionsstreifen des Spektrums und Brechungsexponenten dieser Gläser zu bestätigen.[669] Zusammen mit Schott analysierte er 1894 systematisch Elastizität, Zug- und Druckfestigkeit sowie die thermische Widerstandsfähigkeit einer Reihe neuer Gläser.[670] Auf der Basis der experimentell bestimmten

[666] Winkelmann 1888
[667] Winkelmann 1889. Vgl. auch [Winkelmann 1884].
[668] Winkelmann 1890a
[669] Winkelmann 1890b
[670] Winkelmann/Schott 1894a

Werte für 18 verschiedene Gläser konnten sie die Abhängigkeit des Elastizitätskoeffizienten und der Druck- und Zugfestigkeit von der chemischen Zusammensetzung jeweils in einer Formel erfassen, so dass für weitere Gläser, deren chemische Zusammensetzung nicht extrem von den bereits untersuchten abwich, die Werte mit einem Fehler von weniger als 4 % berechnet werden konnten.

Im Verlauf der folgenden drei Jahre ergänzte Winkelmann diese Ergebnisse hinsichtlich der Abhängigkeit des Elastizitätskoeffizienten E von der Temperatur T (gemessen in Grad Celsius) und bestimmte in weiteren Experimenten diesen bei immer höheren Temperaturen, bis die Gläser begannen, plastisch zu werden.[671] Er stellte dabei große Unterschiede in der Temperaturabhängigkeit fest und erfasste diese mit der Formel $E(T) = E(20)(1 - \alpha(T - 20)^{\beta})$ mit den für jedes Glas neu zu bestimmenden Konstanten α und β. ($E(20)$ bezeichnet den Elastizitätskoeffizienten bei Normaltemperatur von 20 °C.) Einige Gläser zeigten eine annähernd lineare Abhängigkeit.[672] Eingehend diskutierte er den Einfluss einzelner chemischer Bestandteile auf das Verhalten des Elastizitätskoeffizienten sowie einige weitere bei den Berechnungen zu beachtende Faktoren. Um speziell ein klareres Bild über die sogenannten Nachwirkungserscheinungen zu erhalten, fertigte Winkelmann außerdem eine Vergleichsstudie mit Platin an.[673] Bei Gläsern wichen der bei 20 °C und der nach einer Erwärmung und anschließenden Abkühlung des Glases auf 20 °C bestimmte Elastizitätskoeffizient deutlich von einander ab und erst nach mehrmaligem Erwärmen und Abkühlen blieb der Wert vor und nach einem erneuten Erwärmen unverändert. Wurde das Glas nun keinen weiteren Erwärmungen ausgesetzt, so näherte sich der Wert des Elastizitätskoeffizienten über einen längeren Zeitraum, je nach Glas von mehreren Monaten bis zu einem Jahr, wieder dem Ausgangswert vor der ersten Erwärmung an. Die Frage war nun, ob sich Metall, das den gleichen äußeren Einflüssen ausgesetzt wurde, ebenso verhielt. In vielen Punkten konnte Winkelmann dies für Platin bestätigen. Ob das Metall aber den ursprünglichen Wert des Elastizitätskoeffizienten

671 Winkelmann 1897a

672 Eine lineare Relation wurde als sinnvollste erste Annäherung (im Vergleich mit einer quadratischen Abhängigkeit) für die untersuchten Abhängigkeiten des Elastizitätskoeffizienten angesehen.

673 Winkelmann 1897b

wieder annahm, musste er nach einer Versuchsdauer von 13 Monaten offen lassen.

In der oben erwähnten Zusammenarbeit mit Schott hatte Winkelmann noch versucht, die Faktoren zu bestimmen, von denen das Verhalten des Glases gegenüber plötzlichen Temperaturänderungen abhing. Sie nahmen eine einfache Gestalt des Glaskörpers und eine allmähliche Fortpflanzung der Temperaturänderung ins Körperinnere an und betrachteten die Veränderungen im Glaskörper, wenn dessen Oberfläche zur Zeit Null plötzlich auf die Temperatur ϑ_0 gebracht und auf dieser Temperatur gehalten wird. Unter diesen Bedingungen bestimmten sie die Dilitationsdifferenz λ, die die Oberflächenschicht gegen eine zweite, im kleinen Abstand x befindliche Schicht aufgrund des Temperaturunterschieds zum Zeitpunkt t erfahren und die durch die elastische Wirkung der einzelnen Schichten ausgeglichen würde. Unter einer weiteren Voraussetzung über die Kleinheit der Argumente t und x leiteten sie für λ zwei verschiedene Formeln ab, aus denen sie einen Ausdruck für das Verhältnis von Zugfestigkeit zu Zugspannung in der äußeren Schicht errechneten. Die von der Natur des jeweiligen Glases abhängigen Größen dieses Ausdrucks fassten sie zu dem thermischen Widerstandskoeffizienten F zusammen und definierten diesen als

$$F = \frac{P\sqrt{\kappa}}{E \cdot \alpha \cdot \sqrt{s \cdot c}}.$$

Dabei bezeichnen P die Zugfestigkeit, E den Elastizitätskoeffizienten, α den thermischen Ausdehnungskoeffizienten, κ die Wärmeleitfähigkeit, c die spezifische Wärme und s das spezifische Gewicht des untersuchten Glases. «Je größer F ist, um so größere Temperaturdifferenzen werden ertragen, ehe das Glas springt.»[674] Winkelmann und Schott berechneten den thermischen Widerstandskoeffizienten für eine Reihe von Gläsern mit unterschiedlicher Zusammensetzung und stellten eine beträchtliche Variation des Koeffizienten fest. Die für mehrere Gläser vorgenommene experimentelle Überprüfung des berechneten Widerstandskoeffizienten ergab bis auf eine ungeklärte Ausnahme eine hinreichende Übereinstimmung. An das in der oben erwähnten Arbeit erzielte Ergebnis anknüpfend, verwiesen sie schließlich darauf, dass die in die Bestimmung von F eingehenden Größen sich aus den für einzelne Glassorten bekannten

[674] Winkelmann/Schott 1894b, S. 733

Werten berechnen lassen, wenn die chemische Zusammensetzung des Glases nicht zu sehr von den untersuchten Gläsern abweicht. Die durch Experimente abgesicherten theoretischen Überlegungen lieferten somit eine gutes Mittel, um rasch eine hinreichend genaue Auskunft über wichtige Eigenschaften der Gläser zu erhalten.

Den Studien zum thermischen Widerstandskoeffizienten waren Untersuchungen über die thermische Leitfähigkeit und die spezifische Wärme verschieden zusammengesetzter Gläser vorausgegangen. Erstere führte Winkelmanns Mitarbeiter Otto Paalhorn (1869-?) im Rahmen seiner Dissertation durch, letztere Winkelmann, der auch hierbei in vielfältiger Weise von Schott unterstützt wurde. Aufbauend auf Paalhorns Beobachtungen kam Winkelmann dabei zu dem Ergebnis, dass ein einfacher Zusammenhang zwischen der spezifischen Wärme und der thermischen Leitfähigkeit der Gläser nicht erkennbar sei.[675] Es zeigte sich jedoch, dass die Erforschung dieser Fragen noch sehr am Anfang stand. Als ein Kollege seine mit einer anderen Methode gewonnenen Werte für die thermische Leitfähigkeit mehrerer Gläser publizierte und diese deutlich von Paalhorns Ergebnissen abwichen, musste Winkelmann bekennen, nicht entscheiden zu können, welche Werte der Realität näher kamen.[676] Die Wärmeleitung der Gläser weiter aufzuklären, blieb als Aufgabe bestehen.

Neben diesen durch die spezielle Jenaer Situation stimulierten Forschungen demonstrierte Winkelmann eindrucksvoll, dass er die neuesten physikalischen Entdeckungen zur Kenntnis nahm und an ihrer weiteren Aufklärung teilhaben wollte. Bereits wenige Monate nach der Entdeckung der Röntgen-Strahlen publizierte er zusammen mit dem Privatdozenten Straubel eine Arbeit über einige Eigenschaften dieser Strahlen.[677] Sie analysierten die Brechung der Röntgen-Strahlen durch verschiedene Metallprismen und konnten daraus auf die sehr kleine Wellenlänge dieser Strahlen schließen. Ihre Entdeckung, dass der Brechungsindex von Röntgen-Strahlen in Metallen und in Gläsern kleiner als Eins ist, wurde nicht zur Kenntnis genommen und fand erst bei ihrer Wiederholung im Jahre 1924 durch Axel Larsson (1893 – 1967), Karl Manne Siegbahn (1886 – 1978) und Ivar Waller (1898 – 1991) die ge-

[675] Winkelmann 1893b
[676] Winkelmann 1899
[677] Winkelmann/Straubel 1896a, Winkelmann/Straubel 1896b

bührende Anerkennung.[678] Weiterhin wiesen Winkelmann und Straubel auf die von Röntgen noch nicht erwähnte diffuse Reflexion der Strahlen bei unterschiedlichen Metallen hin und studierten die Durchlässigkeit mehrerer Gläser sowie die diffuse Ausbreitung durch verschiedene Medien. Schließlich berichteten sie über eine um etwa das 100-fache verstärkte Schwärzung der Photoschicht durch Röntgenstrahlen, wenn diese mit Flussspatkristallen bedeckt war. Zur Erklärung dieses Effektes nahmen sie eine Umwandlung der Strahlen durch den Flussspat an. In späteren Arbeiten diskutierte Winkelmann die Erzeugung von schwachen elektrischen Strömen durch die Bestrahlung von verschiedenen Metallen mit Röntgen-Strahlen sowie den Einfluss einer Funkenstrecke auf die Erzeugung von Röntgenstrahlen.[679]

Abschließend sei noch Winkelmanns Herausgebertätigkeit in den 1890er Jahren im Rahmen der Enzyklopädie der Naturwissenschaften gewürdigt. Er zeichnete darin für das fünfbändige *Handbuch der Physik* verantwortlich und verfasste mehrere Abschnitte selbst. Dieses mehrbändige Werk wandte sich in erster Linie an den Fachmann, doch sollte es auch für Laien geeignet sein, «um sich eine tiefere Einsicht und Kenntnis in den verschiedenen Gebieten der Physik zu verschaffen.»[680] Ähnlich wie die *Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften* sollte es am Ende des Jahrhunderts einen Überblick über den in der Physik erreichten Wissensstand geben. Seine Fähigkeit, den Wissenskorpus der Physik zu überblicken, zweckorientiert Bestandteile auszuwählen und geeignet zu präsentieren, hatte Winkelmann bereits 1885 bewiesen, als er als Mitherausgeber zu dem *Lehrbuch der physikalischen und theoretischen Chemie* den Band über die physikalischen Lehren beitrug.[681]

Insgesamt dominierte in den Arbeiten Winkelmanns der experimentelle Aspekt. Häufig verband er diesen aber mit theoretischen Betrachtungen, was sich besonders deutlich in den Untersuchungen zu den Eigenschaften der verschiedenen Glassorten, aber auch bei einigen Forschungen zur Wärmelehre zeigte. Das wechselseitige Befruchten von theoretischen Überlegungen sowie experimentellem Erkunden und Überprüfen hatte er nie aus dem Blick verloren, doch erhielt es nach

[678] Jentzsch 1934, S. 216
[679] Winkelmann 1897c; Winkelmann 1898; Winkelmann 1900
[680] Winkelmann 1891b, Bd. 1, S. II
[681] Winkelmann 1885

seinem Wechsel an die Salana einen größeren Stellenwert in seinem Schaffen. Somit hat Winkelmann den Ausbau der Wechselbeziehungen zwischen Physik und Mathematik unter Einbeziehung technischer Aspekte im Abbe'schen Sinne aktiv mitgestaltet, ohne jedoch selbst neue Initiativen hervorzubringen.

5.2.3 Die Etablierung der theoretischen Physik mit dem Fokus auf Optik und Materialforschung

Mit der Berufung Auerbachs als Professor für theoretische Physik 1889 erhielt dieses Gebiet im letzten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts die notwendige Beachtung an der Salana. Bei der Themenwahl seiner Forschungen wurden wiederum die spezifisch regionalen Einflüsse, also die bewusste Berücksichtigung technischer Belange, spürbar. Auerbachs Arbeiten konzentrierten sich in jenem Jahrzehnt darauf, eine Theorie der Härtemessung zu schaffen. Trotz vieler Ansätze sah er dieses Problem bisher noch nicht als gelöst an. Für ihn bestand die Aufgabe aus drei Teilen:

> «die wissenschaftliche Definition des betreffenden Begriffs, wonach dieser den Charakter einer mathematischen Grösse erhält; die Auffindung einer Methode, resp. die Construction eines Apparates, um die so definirte Grösse zu messen, endlich die wirkliche Ausführung derartiger Bestimmungen für möglichst viele Körper und unter möglichst verschiedenen Bedingungen.»[682]

Im Weiteren betonte er, dass es zunächst nicht auf Einfachheit und praktische Brauchbarkeit des Verfahrens ankomme, sondern «die Schaffung einer theoretischen Grundlage» im Mittelpunkt stünde und der «erfahrungsmäßige[n] Nachweis, dass auf dieser Grundlage das experimentelle Gebäude errichtet» werden könne sowie eine hinreichend genaue Ermittlung der Werte möglich sei. Hinsichtlich der Theorie stützte sich Auerbach auf eine von Heinrich Hertz (1857 – 1894) gegebene Definition der Härte. Härte war danach der Wert des (im Mittelpunkt der Druckfläche in Normalenrichtung wirkenden) Druckes, bei dem an einem der beiden sich berührenden Körper eine dauernde Deformation (bei plastischem Körper) oder ein Sprung (bei sprödem Körper) auftritt.

[682] Auerbach 1891, S. 61

Abbildung 5.7
Felix Auerbach, Extraordinarius für theoretische Physik 1889 – 1923, persönlicher ordentlicher Professor 1923 – 1927

Auerbach leitete mehrere äquivalente Formeln für die Härte P_1 ab, wobei er davon ausging, dass eine Kugel auf ein (ebenes) Probestück gedrückt wurde:

$$P_1 = \frac{1}{\pi}\sqrt[3]{\frac{3E^2P}{2(1-\mu^2)\varrho^2}} = \frac{6}{\pi}\cdot\frac{P}{D^2}.$$

P bezeichnet den bei Eintritt der Deformation ausgeübten Druck, D den Durchmesser der Druckfläche in diesem Moment, E den Elastizitätsmodul des geprüften Materials, μ dessen Elastizitätszahl und ϱ den Radius der aufgedrückten Prüfkugel. Die hier zugrundegelegte Vorgehensweise entspricht in wesentlichen Punkten dem im Jahre 1900 von Johann August Brinell (1849 – 1925) vorgeschlagenen Verfahren zur Bestimmung der später nach ihm benannten Härte. Nach der Beschreibung seines in den Zeiss-Werken hergestellten Apparates zur Härtebestimmung diskutierte Auerbach mögliche Fehlerquellen und teilte einige Messergebnisse mit. Hinsichtlich einer kritischen Überprüfung der Theorie musste er jedoch feststellen, dass der ermittelte Härtewert bei gleichem Material um so größer war «je gekrümmter die drückende Linse oder je kleiner

die Druckfläche» war.[683] Eine Erklärung für diese Erscheinung fand er nicht und schloss deshalb eine Modifikation der Theorie nicht aus.

Die Definition erwies sich jedoch für plastische Körper als problematisch, da es in der praktischen Durchführung sehr schwierig war und «in hohem Grade von der Feinheit der Beobachtung» abhing, den Punkt für das Eintreten der Deformation genau zu erkennen. Diesem Problem widmete sich Auerbach in einer zweiten Arbeit und zeigte, dass auch für plastische Körper ein Druckwert und als Konsequenz ein Härtewert definiert werden konnte, der exakt bestimmbar und in Übereinstimmung mit dem Härtebegriff für spröde Körper war.[684] Die mit Fluss- und Kalkspat durchgeführten Versuche bedingten eine Einschränkung der früher behaupteten direkten Proportionalität von Elastizität und Härte auf «hervorragend spröde Körper», da die genannten Materialien als plastische Körper ein abweichendes Verhalten offenbarten.

Die aus diesem Wechselspiel von theoretischen Überlegungen und experimentellen Überprüfungen gewonnenen Erfahrungen dürften wesentlich den folgenden Versuch Auerbachs stimuliert haben, die «grosse qualitative und quantitative Verschiedenheit des Verhaltens [fester Körper] gegenüber äusseren Einwirkungen» durch die Definition einer «Reihe von charakteristischen Eigenschaften» zu erfassen.[685] Derartige Eigenschaften waren für ihn die Elastizität, die elastische Vollkommenheit, die Festigkeit, die Härte, die Sprödigkeit und Nachgiebigkeit (Plastizität) sowie die Zähigkeit (innere Reibung). Nach einer kurzen allgemeinen Charakterisierung dieser Begriffe wandte sich Auerbach speziell der Sprödigkeit und Plastizität zu, die er im Unterschied zu den fünf anderen als scheinbar «qualitativ gegenüberstehende[n] Begriffe[n]» bestimmte.[686] In einer eingehenden theoretischen Betrachtung, in der er sich immer wieder auf die bei verschiedenen Stoffuntersuchungen gemachten Erfahrungen bezog, widerlegte er diese Annahme. Im Ergebnis zeigte er weiter, dass die Plastizität eine «quantitative Eigenschaft der Körper» und wesentlich «durch die elastische Vollkommenheit

683 Auerbach 1891, S. 89

684 Auerbach 1892a. Die erweiterte Definition lautete: «Härte ist diejenige Eindringungs-Beanspruchung, bei welcher bei spröden Körpern Trennung der Theile, und an welche bei plastischen Körpern stetige Anpassung stattfindet.» (Ebenda, S. 267)

685 Auerbach 1892b, S. 277

686 Auerbach 1892b, S. 279

und die Festigkeit» bestimmt war, als deren Maß er drei verschiedene Größen[687] einführte. Außerdem konstatierte er die Notwendigkeit, wie bei einigen der eingangs von ihm definierten Begriffe auch die Plastizität je nach Art der Beanspruchung zu unterscheiden, und wies auf «einen gewissen Zusammenhang zwischen den Begriffen Plasticität, Zähigkeit und Fluidität» sowie einige nur durch die Beobachtung zu beantwortende Fragen hin.[688]

In den folgenden Jahren arbeitete Auerbach weiter an der Vervollkommnung seiner Methode zur Elastizitäts- und Härtemessung sowohl in Hinsicht auf die theoretische Durchdringung als auch auf die gerätetechnische Umsetzung sowie die praktische Bestimmung der Härtewerte. Im Jahre 1894 untersuchte er speziell 14 verschiedene im glastechnischen Labor von Schott und Genossen hergestellte Gläser. Neben der Suche nach eventuell bestehenden Beziehungen zwischen den Härten und anderen Eigenschaften der einzelnen Gläser bzw. deren chemischer Konstitution stand für ihn die Exaktheit der Messungen, das Erreichen «wirklich endgiltige[r] Zahlen», im Mittelpunkt.[689] Erwähnt seien seine Ausführungen zur Mohs'schen Methode der Härtebestimmung: Die durch Ritzen ermittelte Härteordnung der Gläser stimmte mit der absoluten in den meisten Fällen, aber nicht durchweg überein. Doch ergab die Ritzmethode qualitativ und quantitativ so verwickelte Resultate, dass diese für wissenschaftliche Zwecke unbrauchbar waren.[690]

Trotz aller Bemühungen und Fortschritte fand die Hertz-Auerbach'sche Definition der Härte in der Theorie wie in der Praxis kaum Anerkennung. Als Auerbach 1896 nochmals die Vorteile dieser Definition ausführlich darlegte, musste er einleitend bekennen, dass «sich bis auf den heutigen Tag die bekannte Mohs'sche Härtescala als die einzige erhalten [hat], welche in weiteren Kreisen als Grundlage für die Angabe von Härtewerthen benutzt wird». Dabei besaß die von Hertz und ihm geschaffene Definition «alle Eigenschaften einer wissenschaftlich exacten Definition», ohne in wesentlichen Punkten von der bisherigen

[687] Es handelt sich um den Plastizitätsmodul, die Plastizitätszahl und das Plastizitätsverhältnis.
[688] Auerbach 1892b, S. 286
[689] Auerbach 1894a, S. 1000
[690] Auerbach 1894a, S. 1037

[d. h. der Mohs'schen] abzuweichen.[691] Da außerdem mit der von Auerbach publizierten Methode für fast alle in der Mohs'schen Skala vorkommenden Stoffe die Härte mit «zum Theil sogar überraschender Genauigkeit» bestimmt worden war, stand nach Auerbach einem Übergang zu der exakteren Definition und den entsprechenden Härtewerten nichts im Wege. Er diskutierte dann drei von einander unabhängige Sachverhalte, die bei der Mohs'schen Skala auftraten und deren Berücksichtigung für die «Aufstellung einer brauchbaren Härteskala eine eigenartige Schwierigkeit» bedeutete. Es waren dies, dass die Mohs'sche Skala «theils spröde, theils plastische Körper» als Bezugsobjekte enthielt, «nicht aus isotropen, sondern aus krystallischen Körpern gebildet» wurde und diese nicht «wirklich wohldefinirt» waren. Er legte dar, inwieweit die damit verbundenen Probleme bei der Hertz-Auerbach'schen Methode vermieden werden konnten. Bei Kristallen waren beispielsweise die Erscheinungen «viel zu complicirt», um sie in einer strengen Theorie zu erfassen und eine darauf basierende Messmethode zu entwickeln. Alle damals vorliegenden Theorien, einschließlich seiner eigenen, mussten diesbezüglich Kompromisse eingehen.[692] Auerbach präsentierte dann die teilweise erstmals vorgenommene genaue Härtebestimmung für die in der Mohs'schen Härteskala vorkommenden Materialien mit Ausnahme des Diamanten. In einer weiteren, sich unmittelbar anschließenden Arbeit erörterte er mit dem Elastizitätsmodul, insbesondere mit der Messmethode verknüpfte Fragen.[693]

Vier Jahre später berichtete Auerbach dann über die Aufnahme seiner Methode der Härtemessungen in die Lehrbücher der Mineralogie sowie über deren praktische Verwertung in der Technik. Er hatte sich erfolgreich mit der Ermittlung der Härtewerte für einige Metalle und Legierungen beschäftigt und legte nun die erzielten Ergebnisse vor. Die Schwierigkeit dieser Aufgabe bestand vor allem darin, das untersuchte Metall möglichst genau zu charakterisieren. Kleinste Verunreinigungen konnten zu beträchtlichen Veränderungen in den analysierten Eigenschaften führen. Nachdrücklich unterstrich er die Notwendigkeit, die untersuchte Metallprobe genauestens zu beschreiben, nicht

691 Auerbach 1896a, S. 357
692 Auerbach 1896a, S. 358 ff.
693 Auerbach 1896b

nur bezüglich der chemischen Zusammensetzung, sondern gleichfalls betreffs der «elastische[n] und thermische[n] Vorgeschichte».[694] Als Konsequenz folgerte er ein stärkeres Anwachsen in der Anzahl der Analysen, um jeweils repräsentative Werte mit der nötigen Genauigkeit zu erhalten. Gegenwärtig wird bei bestimmten Untersuchungen über Materialeigenschaften weiterhin auf die Hertz-Auerbach'sche Theorie, insbesondere die Härtedefinition, zurückgegriffen.

In diesen sich über mehr als ein Jahrzehnt erstreckenden Forschungen zur Messung der Härte und anderer Materialeigenschaften setzte Auerbach seine eingangs zitierte Auffassung von den drei Bestandteilen einer theoretischen Aufklärung dieser Eigenschaft konsequent um. Er gehörte damit zu jenen theoretischen Physikern, die zum einen die mathematische Beschreibung einer Erscheinung als ein grundlegendes Element der Theorie betrachteten, dies aber zum anderen mit einer steten Verbindung zur experimentellen Praxis als einer Komponente von gleicher Wichtigkeit kombiniert sahen. Eine Schlüsselrolle für dieses anderen Orts teilweise viel loser geknüpfte Band zwischen Mathematik und der Experimentalphysik spielte die Frage des Messens, beinhaltete doch für Auerbach die wissenschaftliche Definition eines Begriffs, dass dieser zumindest prinzipiell messbar war. In die experimentelle Praxis schloss Auerbach insbesondere die Entwicklung einer geeigneten Messmethode und deren konstruktive Realisierung ein. Da sich ein ähnliches Vorgehen bei Abbe, Winkelmann und Straubel findet, kann hier von einem Wesensmerkmal der Jenenser Physik jener Zeit gesprochen werden.

Ende der 1890er Jahre kam Auerbach außerdem auf seine früheren Forschungen zu Schwingungen und elektromagnetischen Phänomenen zurück[695] und studierte die bei einem sogenannten Kohärer stattfindenden Vorgänge. Der 1890 von Edouard Branly (1844 – 1940) erfundene Kohärer war eine mit Metallpulver, -spänen oder ähnlichen Teilchen gefüllte, luftdicht abgeschlossene Glasröhre und spielte als Gerät zum Nachweis elektrischer Wellen eine wichtige Rolle in der Frühphase der Funktechnik. Der im Ruhezustand sehr hohe Widerstand der Röhre verringerte sich auf einen Bruchteil desselben, wenn elektromagnetische

[694] Auerbach 1900

[695] Bezüglich der frühen, hauptsächlich in Breslau durchgeführten Forschungen Auerbachs vergleiche die Arbeiten [Auerbach 1878b]; [Auerbach 1878c]; [Auerbach 1879]; [Auerbach 1882]; [Auerbach 1887] und [Auerbach 1888].

Wellen auf die Metallspäne einwirkten. Dieser niedrige Widerstand blieb dann auch erhalten, wenn keine Wellen mehr einwirkten. Wie Auerbach einleitend feststellte, hatte sich das große Interesse an dieser Erscheinung «weniger in systematischen experimentellen Untersuchungen als in Vermuthungen über ihr Zustandekommen» niedergeschlagen, wobei die einzelnen Erklärungsversuche sehr verschiedenartig waren.[696]

Er stellte sich das Ziel, die Erscheinung durch systematische Versuche weiter aufzuklären und Anhaltspunkte für eine Entscheidung zwischen den verschiedenen Theorien aufzuspüren. In der von ihm vertretenen, sogenannten mechanischen Theorie wurde die Widerstandsverringerung durch die «electrische Ausdehnung», die die Körper im elektrischen Feld erfuhren und die durch elektrische Schwingungen zum Pulsieren angeregt werden könnte, erklärt. Eine Unterstützung der mechanischen Theorie sah er in dem von ihm geführten Nachweis, dass der Kohärer bei akustischen Schwingungen die gleichen Wirkungen zeigte wie bei den elektromagnetischen Wellen. Es blieben jedoch noch mehrere Fragen offen, deren Beantwortung sich über Jahrzehnte hinzog, zumal der Kohärer in der Funktechnik bald durch die Verstärkerröhre, eine der ersten Elekronenröhren, ersetzt wurde und damit aus dem unmittelbaren Blickfeld der Forschung rückte. In den betrachteten Forschungskontext gehört noch die von Auerbach, anknüpfend an seine 1886 erzielten Ergebnisse zur Elektrizitätsleitung in Metallpulver, angeregte Analyse des Einflusses einer Druckerhöhung als weitere mögliche Ursache für die Widerstandsverminderung.[697]

Der Vollständigkeit halber seien noch die im weiteren Sinne zur Psychophysik zu rechnenden Arbeiten Auerbachs[698], dessen umfangreiche Mitarbeit an Winkelmanns *Handbuch der Physik* sowie sein *Kanon der Physik* genannt. Letzterer war ein Nachschlagewerk, das einen raschen Überblick über die Begriffe, Prinzipien, Lehrsätze und Formeln lieferte. Es sollte dem Nachschlagenden auf eine Frage eine bestimmte, nicht «durch methodische, historische oder andere Einzelheiten» gestörte Antwort geben.[699] Die Anordnung des Stoffes in Kapiteln orientierte sich an zentralen Begriffen der Physik wie Raum, Zeit, Kraft und Masse,

[696] Auerbach 1898a
[697] Auerbach 1898b; Auerbach 1886
[698] Kries/Auerbach 1877; Auerbach 1878a, Auerbach 1894b
[699] Auerbach 1899, S. V

Materie, Energie und Entropie. Das Kompendium ist besonders erwähnenswert, da Auerbach einleitend seine Vorstellung von theoretischer Physik und zu den Beziehungen zwischen Mathematik und Physik klar zum Ausdruck brachte. Die theoretische und die Experimentalphysik waren für ihn beide eine Erfahrungswissenschaft, wobei sich Erstere der deduktiven, Letztere der induktiven Methode bediente. Die theoretische Physik hatte die Aufgabe, «aus möglichst wenigen Erfahrungsthatsachen möglichst viele Erscheinungen auf dem Wege der Theorie abzuleiten» mit dem Endziel, die Zahl der vorauszusetzenden Erfahrungstatsachen zu minimieren.[700] Zugleich war für die Formulierung, Lösung und Anwendung ihrer Probleme die Mathematik unentbehrlich, was Auerbach insbesondere durch die von verschiedenen Seiten vorgenommene Gleichsetzung von theoretischer und mathematischer Physik dokumentiert sah. Sehr deutlich grenzte er davon in einem ablehnenden Grundton die frühere «speculative Physik» oder «Naturphilosophie» ab, die «auf der Grundlage der reinen Idee die Probleme der Natur zu lösen vorgab».[701]

Die von Auerbach vorgetragenen Auffassungen entsprachen im Wesentlichen denen vieler seiner Kollegen und Zeitgenossen. Er und Abbe brachten diese neuen Entwicklungen in der Physik an der Jenaer Universität in einer für die dortigen Verhältnisse angemessen Form zur Geltung. In ihrem Wirken ergänzten sich beide sehr harmonisch; während Abbe zunehmend durch die Anregung zu verschiedenen Forschungen und durch wissenschaftspolitische Maßnahmen hervortrat, lagen Auerbachs Aktivitäten in der Lehre und der Durchführung konkreter Projekte. Auerbach setzte sowohl in seinen Forschungspublikationen als auch in den die Vielfalt der physikalischen Teildisziplinen erfassenden Überblicks- und enzyklopädischen Werken seine Vorstellung von der theoretischen Physik in der oben skizzierten Weise um und förderte ihre Entwicklung an der Salana wesentlich.

Eine Unterstützung erhielt Auerbachs Wirken ab dem Jahre 1893 durch den Eintritt Straubels in den Lehrkörper der Universität als Privatdozent. Straubel, Assistent am Physikalischen Institut, hatte den überwiegenden Teil seiner akademischen Ausbildung in Jena absolviert, war hier 1888 promoviert worden und widmete sich in der Forschung

[700] Auerbach 1899, S. 2 f.
[701] Auerbach 1899, S. 3

fast ausschließlich optischen Themen.[702] Sich eng an Abbe anschließend, behandelte Straubel diese Fragen ganz in dessen Stile in einer Mischung von theoretischen Erörterungen und experimentellen Studien. In seiner Habilitationsschrift analysierte er wie schon in der Dissertation Beugungserscheinungen im Fernrohr und bestimmte die sphärische Aberration eines Strahlenbündels, d. h. er berücksichtigte, dass das abbildende Strahlenbündel im Sinne der geometrischen Optik nicht fehlerfrei war.[703] Um eine exakte Theorie zu entwickeln, musste er die durch die sphärische Aberration verursachte Abweichung der Wellen von der Kugelform in die Berechnungen einbeziehen. Diese schwierige Aufgabe war bisher fast unbearbeitet geblieben und erforderte einen beträchtlichen mathematischen Aufwand. Unter zusätzlichen Voraussetzungen, wie etwa der Gültigkeit der Stokes'schen Diffraktionsformel oder einer nur geringen Abweichung der Wellen von der Kugelgestalt, leitete Straubel sogenannte Fundamentalformeln her, die er mit Hilfe von Resultaten über Bessel-Funktionen einer numerischen Auswertung zugänglich machte. Deutlich hob er speziell die Bedeutung seiner Ergebnisse für die Theorie der optischen Instrumente hervor, da er der in der Praxis vorliegenden Gegebenheit, die sphärische Aberration bei diesen Geräten nicht vollständig beseitigen zu können, erstmals in diesem Umfange Rechnung trug. Als Gutachter bescheinigte ihm Abbe «gründliche Sachkenntniss» der physikalischen Theorie, gepaart mit «grosser Umsicht und kritischem Sinn» sowie «eine nicht gewöhnliche Gewandtheit und Sicherheit im Gebrauch der mathematischen Hilfsmittel des Physikers».[704] Angesichts der «umfänglichen analytischen Entwickelungen» merkte er noch kritisch an, «ob dem aktuellen Interesse der Optik [...] nicht schon durch eine von einfachen Voraussetzungen ausgehende Behandlung der Aufgabe ebensogut gedient gewesen wäre».[705] Zwei Jahre später kam Straubel auf seine Untersuchungen zu Fraunhofer'schen Beugungserscheinungen zurück, leitete zwei spezielle

[702] Zu den engen Verbindungen mit Abbe und den Zeiss-Werken, letzteres verstärkt nach der Jahrhundertwende, vergleiche die Würdigungen zu Straubels 70. Geburtstag (Boegehold 1934, Jentzsch 1934).

[703] Straubel 1893

[704] UAJ, M 647, Bl. 32. Vgl. auch die Ausführungen in Abschnitt 3.12.

[705] UAJ, M 647, Bl. 31v

Sätze über die dabei entstehende Lichtverteilung in der Ebene her und erörterte deren experimentelle Bestätigung.[706]

Abbildung 5.8
Rudolf Straubel, Privatdozent für Physik in Jena 1893 – 1897, ab 1898 Extraordinarius (ab 1938 keine Lehrveranstaltung), Mitglied der Geschäftsleitung der Zeiss-Werke 1903 – 1933

Drei weitere im Jahre 1898 erschienene Arbeiten waren dann der theoretischen Durchdringung bzw. Verbesserung verschiedener optischer Geräte gewidmet. Als Erstes stellte er die Konstruktion eines Astigmometers vor, das unter bestimmten Voraussetzungen ein geeignetes Hilfsmittel sein konnte, um Grenzflächen von Körpern genau zu untersuchen.[707] Durch zwei astigmatisch wirkende[708], in ihrer Ebene gegen einander verdrehbare Zylinderlinsen erzeugte Straubel kleine, durch Angabe der beiden Hauptkrümmungsradien charakterisierte Lichtwellenflächen. Die Verwendung zweier Linsen hatte gerätetechni-

[706] Straubel 1895. Die Fraunhofer'schen Beugungserscheinungen werden durch eine spezielle Versuchsanordnung erzeugt, bei der durch die Verwendung von Sammellinsen das Licht parallel auf den Doppelspalt und auf den Bildschirm auftrifft, die Lichtquelle und der Aufpunkt auf dem Bildschirm also scheinbar unendlich weit entfernt sind.

[707] Straubel 1898a

[708] Astigmatismus ist ein Abbildungsfehler bei optischen Systemen, der bewirkt, dass außeraxiale Objektpunkte auch bei kleinen Öffnungswinkeln nicht punktförmig abgebildet werden.

sche wie theoretische Gründe, da so die Abhängigkeit der astigmatischen Differenz (d. i. die Differenz der beiden Hauptkrümmungsradien) der erzeugten Fläche leichter erfassbar war und sich die Berechnungen vereinfachten. Straubel leitete insbesondere die Formeln ab, die die Abhängigkeit der Hauptkrümmungsradien der deformierten Wellenfläche von denen der ursprünglichen und von den Radien und der Stellung der Linsen ausdrückten. Dies lieferte dann die Möglichkeit, mit Hilfe verschiedener Messwerte die astigmatische Differenz des eintretenden Bündels zu berechnen. In der zweiten Arbeit analysierte er eine bei einem Dilatometer zu beobachtende unterschiedliche Schärfe der Interferenzerscheinungen im Gesichtsfeld und wies sie rechnerisch und experimentell als Abbildungsfehler des im Gerät verwendeten Prismas nach.[709] Schließlich stellte er einen für zahlreiche Untersuchungen benötigten Apparat vor, «der bequem gestattet, aus der Strahlung einer Lichtquelle einen beliebigen Spectralbezirk herauszugreifen und dem Beobachtungsinstrument zuzuführen». Wichtigster Bestandteil war der Einbau eines «Prisma[s] mit veränderlichem Winkel», das er durch «zwei, in ihrer Ebene um entgegengesetzt gleiche Beträge drehbare[n] Keile[n]» realisierte.[710] Speziell die beiden ersten Publikationen vereinten wieder theoretische Darlegungen und Berechnungen in enger Weise mit praktischen gerätetechnischen Realisierungen.

Die übrigen Forschungsartikel Straubels beschäftigten sich ebenfalls mit Fragen der Optik bzw. auf optischen Prinzipien basierenden Messgeräten und zeichneten sich durch die harmonische Verbindung von theoretischen Erörterungen und experimentellen Untersuchungen aus. Auf die stärker experimentell orientierte, zusammen mit Winkelmann durchgeführte Studie zu den Eigenschaften von Röntgen-Strahlen mit wichtigen neuen Ergebnissen zur Brechung der Röntgen-Strahlen in Metallen und Gläsern ist bereits eingegangen worden (vgl. Abschnitt 5.2.2, S. 250). Der Bekanntschaft mit Winkelmann war auch der Beitrag im *Handbuch der Physik* geschuldet. Straubel behandelte darin die Lichtbrechung in der Atmosphäre und gab eine sorgfältige Analyse der verschiedenen Refraktionstheorien.[711] Es spricht für die Qualität dieses Beitrags, dass er in den folgenden Jahrzehnten mehrfach fast un-

[709] Straubel 1898b
[710] Straubel 1898c, S. 351 f.
[711] Straubel 1894a

verändert abgedruckt wurde.[712] Der für astronomische Beobachtungen wichtigen Bestimmung der Lotabweichung und deren zeitlicher Veränderung widmete er 1896 eine umfangreiche Arbeit.[713] Der zentrale Punkt dieser Aufgabe bestand darin, dass sie Verfahren mit hinreichender Sicherheit und außerordentlicher Genauigkeit der Ergebnisse erforderte. Er beschrieb die Grundlagen von vier verschiedenen Methoden, um die zeitliche Variation der Lotablenkung zu beobachten. Im Mittelpunkt stand dabei ein von Abbe und Rudolf Wolf (1816 – 1893) eingeführtes Verfahren, dessen Verbesserung er erörterte. Diese Modifikation diente der weiteren Erhöhung der Genauigkeit und basierte auf der geschickten Ausnutzung von Gesetzmäßigkeiten der Optik, indem er nicht die Gangdifferenz zwischen zwei gleich polarisierten, sondern zwischen zwei entgegengesetzt polarisierten Lichtbündeln zur Messung heranzog.

Auf der Übersetzung einer englischsprachigen Gerätebeschreibung der Firma Cooke & Sons basierten Straubels Ausführungen über das Justieren von Fernrohrobjektiven.[714] Er konzentrierte sich auf die aus zwei Linsen bestehenden Objektive, die er mit Blick auf die Justierungsfehler in drei Klassen einteilte. In den Darlegungen zu den Justierungsfehlern und zu deren Beseitigung griff er auch auf theoretische Ergebnisse zurück, führte aber keine Berechnungen zum Strahlengang durch.

Mit der Bestimmung von Elastizitätszahlen und -moduln von Gläsern wandte sich Straubel 1899 einem für die optische Industrie interessanten und in den Forschungen am Jenaer Physikalischen Institut fest etablierten Gebiet zu.[715] Ausgangspunkt waren Fortschritte in der Theorie, in der die früheren Ansichten von Henri Navier (1785 – 1836) und Denis Poisson und die Folgerung der älteren Elastizitätstheorie bezüglich einer konstanten Elastizitätszahl für alle isotropen Substanzen als widerlegt galten. Mit seiner systematischen Untersuchung wollte Straubel weiteres Datenmaterial und Erkenntnisse über die Elastizitätszahl zur Klärung der offenen theoretischen Fragen bereitstellen. Unentschieden war beispielsweise, ob «die verschiedenen Bestimmungsverfahren für den

[712] Jentzsch 1934, S. 215. Beispielsweise noch 1926 in Gehrckes *Handbuch der physikalischen Optik*. [Gehrcke 1926], Bd. 1, 1. Hälfte, S. 219 – 236

[713] Straubel 1898d

[714] Straubel 1894b

[715] Straubel 1899. Nach Boegehold soll diese Arbeit «der Anlaß für den Aufsatz über das Astigmometer gewesen» sein. (Boegehold 1934, S. 422)

gleichen Stoff den gleichen Werth liefern» mussten oder «ob Isotropiemangel und Materialverschiedenheit» die Ursache für die Differenzen in den Werten der einzelnen Beobachter waren.[716] Das Ableiten von Gesetzmäßigkeiten lag für ihn aber noch in weiter Ferne. Nach der Übersicht über bisherige Bestimmungen der Elastizitätszahl und der Beschreibung seiner Versuchsapparatur nahm er eine kritische Prüfung seiner Methode vor, diskutierte den Einfluss einiger gerätetechnischer Größen, berechnete den wahrscheinlichsten Fehler des Endresultats und betrachtete die Abhängigkeit der Elastizitätszahl von der chemischen Zusammensetzung der Gläser. Seine Messungen bestätigten nochmals das Variieren der Elastizitätszahl auch für isotrope Substanzen[717], zugleich wies er die angewandte Methode als zur Ermittlung genauer Werte geeignet nach.

Mit Straubel erfuhr die theoretische Physik an der Salana eine deutliche Stärkung und hinsichtlich technischer Belange eine weitere Ergänzung. Die von Abbe in Gang gesetzte Profilierung der physikalischen Forschung hatte nicht nur eine deutliche Struktur erhalten, sondern diese war inzwischen soweit gefestigt, dass sie für längere Zeit Bestand hatte. Wesentlich durch die Person Abbes befördert, wurde dabei die Realisierung des durch den Entwicklungsstand der beiden Disziplinen Physik und Mathematik notwendig Gewordenen mit den spezifischen Bedingungen der Universität sowie der lokalen Industrie verknüpft und jene einzigartig erfolgreiche Symbiose zwischen wissenschaftlicher Forschung, technischer Umsetzung und industrieller Praxis geschaffen. Es zeigen sich hier einige Merkmale, die im 20. Jahrhundert die Entwicklung der wissenschaftlichen Forschung mit prägten. Dies betrifft zum Ersten die Bearbeitung vieler Forschungsaufgaben durch interdisziplinär zusammengesetzte Wissenschaftlergruppen, wobei diese Zusammensetzung der jeweiligen Problemstellung angepasst ist und während der Bearbeitung variiert werden kann. Zum Zweiten ist die engere Verbindung mit der Industrie zu erwähnen, was sowohl die zahlreichen Anregungen aus der Technik umfasst, als auch die Unterstützung der Forschung durch finanzielle Förderung und/oder

[716] Straubel 1899, S. 369 f.

[717] Straubel erörterte den Einfluss der Dimension, der Durchbiegung und der Oberflächenbeschaffenheit der verwendeten Versuchsprismen und wies auf eine mögliche Abhängigkeit von der Beobachtungstemperatur hin.

die Bereitstellung zusätzlicher Forschungskapazitäten. Dies führt zum Dritten zur Herausbildung von Vermittlerpersönlichkeiten wie Abbe, die die verschiedenen Ideen und Interessen der einzelnen Partner aufgreifen bzw. effektiv koordinieren.

5.3 Logik, elliptische Funktionen und projektive Geometrie – Schwerpunkte am Mathematischen Seminar

Nachdem in den vorangegangenen Abschnitten die Herausbildung der physikalischen Forschung und die erbrachten Leistungen dargestellt wurden, soll nun noch der weitere Weg der Mathematik verfolgt werden. Abbe hat zwar für die unmittelbare mathematische Forschung kaum nachhaltige Impulse gegeben, die in der Habilitationsschrift enthaltenen Anregungen hinsichtlich der Wahrscheinlichkeitsrechnung entfalteten zu diesem Zeitpunkt in Jena keine Wirkung, doch schuf er mit seinem Wirken zugleich Möglichkeiten für eine eigenständige Ausrichtung der mathematischen Forschung. Dies erfolgte dann mit den Arbeiten der jüngeren Mathematikergeneration: Frege, Thomae und Piltz.

5.3.1 Freges Ringen um die Begründung der Arithmetik

Frege, der seit 1874 als Privatdozent an der Salana wirkte und hier seine gesamte wissenschaftliche Karriere bis zur Emeritierung 1918 durchlief, gehört zu jenen Gelehrten, die die Universität Jena wegen der von ihnen erreichten Ergebnisse heute stolz als zu ihren Mitgliedern gehörig betrachtet. Zu seinen Lebzeiten wurden die bahnbrechenden Forschungsleistungen zur mathematischen Logik jedoch kaum gewürdigt. Wenn sich aber Freges Forschungsinteresse unter der Frage «Was sind Zahlen?» zusammenfassen lässt[718], so wird zugleich deutlich, dass die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik durch ihn keine bemerkenswerten Anregungen in Form spezifischer Forschungsthemen erfahren haben. Dessen ungeachtet leistete er diesbezüglich eine wichtige Lehrtätigkeit (vgl. Abschnitt 4.2.2). Im Folgenden sollen Freges Beiträge zur Logik für die Zeit bis zur Jahrhundertwende kurz

[718] Kreiser 2001, S. 133

umrissen werden, für eine ausführliche Darstellung sei auf die bereits oben zitierte, detailreiche und vorzügliche Biographie von L. Kreiser sowie die Arbeiten von W. Kienzler und G. Gabriel verwiesen[719].

In seiner Habilitationsschrift nahm Frege 1874 eine Verallgemeinerung des Größenbegriffs vor und ging damit einen ersten Schritt in Richtung auf eine allgemeine Begründung der Arithmetik als Größenlehre, die damals von verschiedenen Mathematikern versucht wurde.[720] Neben den logischen Aspekten enthielt diese Arbeit wertvolle Ideen zur Iterationstheorie und zur Verwendung von Funktionalgleichungen, die aber unbeachtet blieben.[721] Im Abstand einer halben Dekade, also 1879 und 1884, erschienen dann die *Begriffsschrift* und die *Grundlagen der Arithmetik*, die nach Freges Intention in einem Werk vereinigt werden sollten und nur infolge der Zeitumstände aufgeteilt wurden.[722]

Für die angestrebte Begründung der Arithmetik schätzte Frege die Alltagssprache als ungeeignet ein. In der *Begriffsschrift* schuf er deshalb eine formalisierte zweidimensionale Formelsprache für die Prädikatenlogik erster Stufe und nahm die Aufgabe in Angriff,

> «die Bündigkeit einer Schlusskette auf die sicherste Weise zu prüfen und jede Voraussetzung, die sich unbemerkt einschleichen will, anzuzeigen, damit letztere auf ihren Ursprung untersucht werden könne.»[723]

Damit wollte er beispielsweise die notwendige, in Diskussion befindliche Grundlegung der Differential- und Integralrechnung liefern. Die Negation, die materiale Implikation[724] und die Generalisierung als logische Grundfunktionen der Prädikatenlogik verwendend, schuf Frege den ersten vollständigen Prädikatenkalkül. Von entscheidender Bedeutung war

[719] Stellvertretend seien die Arbeiten [Kienzler 2009] und [Gabriel/Kienzler 1997] genannt.

[720] Frege 1874. Andere Begründungsversuche hatten H. Hankel (Hankel 1867) sowie H. G. und R. Graßmann (Graßmann 1861; Graßmann 1872) geliefert.

[721] Gronau 1997

[722] Frege 1879; Frege 1884. Angesichts der großen Unsicherheit hinsichtlich des künftigen Fortbestehens der Universität Jena habe Frege, um die Chancen für eine weitere akademische Karriere zu erhöhen, den bereits fertiggestellten Teil der Abhandlung als Begriffsschrift publiziert (Kreiser 2001, S. 173).

[723] Frege 1879, S. IV

[724] Die materiale Implikation entspricht der Aussagenfunktion für den in der Mathematik üblichen Gebrauch der «Wenn-so-Beziehung».

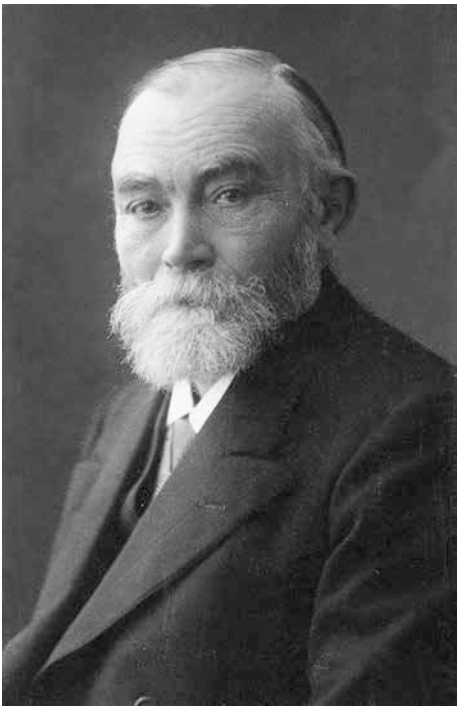


Abbildung 5.9
Gottlob Frege, Privatdozent für Mathematik in Jena 1874 – 1879, Extraordinarius 1879 – 1895, ordentlicher Honorarprofessor 1896 – 1925 (1918 emeritiert)

die Übernahme des in der Mathematik gebrauchten Funktionsbegriffs (als eindeutige Abbildung der Elemente eines Argumentbereiches auf die Elemente eines Bildbereichs) in die Logik bei gleichzeitiger Erweiterung desselben. Indem er einen Begriff (einstelliges Prädikat) bzw. eine Beziehung (n-stelliges Prädikat, $n > 1$) als einstellige Funktion mit einem der Wahrheitswerte «wahr» oder «falsch» als Funktionswert auffasste, verallgemeinerte er die als Argument- bzw. Bildbereich auftretenden Mengen über die verschiedenen Zahlbereiche hinaus. Durch eine Quantifzierung der Gegenstandsvariablen gelang es Frege außerdem, die Aussagenlogik in seine Prädikatenlogik einzuschließen. Mit diesem neuen Zugang leitete er eine «neue[n] Epoche in der Erkenntnis des Logischen»[725] ein und hat «die gesamte Logikentwicklung revolutionierend beeinflußt».[726] Als Konsequenz bestärkte ihn dieser Aufbau der Logik zudem in der später als Logizismus bezeichneten Ansicht, dass die reine Mathematik ein Zweig der Logik sei. Die weiteren Forschungen Freges schlossen

[725] Kreiser 2001, S. 152
[726] Gottwald u. a. 1990, S. 156

eine detailliertere Ausarbeitung der neuen Logik ein und zielten auf die Bestätigung dieser These. Eine solche schuf er im Bezug auf die Arithmetik 1884 in den *Grundlagen*, in denen er die Zahl als Umfang eines Begriffs zweiter Stufe definierte[727] und eine sorgfältige Analyse dieses Zahlbegriffs vornahm. Er verband dies mit einer eingehenden Kritik der bisher vorliegenden Begründungen des Zahlbegriffs und setzte sich wie auch in einigen späteren Schriften teilweise polemisch mit formalistischen Auffassungen auseinander.

Diese Ablehnung der formalen Auffassung des Zahlbegriffs und des darauf gegründeten Aufbaus der Mathematik, speziell der Arithmetik, brachte Frege in einen direkten Gegensatz zu seinem Jenenser Kollegen Thomae. Letzterer hatte sich in seinem 1880 erschienenen Lehrbuch *Elementare Theorie der analytischen Function einer complexen Veränderlichen* in die Tradition der formalen Arithmetik gestellt, indem er an den nur wenige Jahre zuvor von Hermann Hankel (1839 – 1873) gegebenen, insbesondere in der Geschichte der Algebra wirkungsvollen Aufbau des Zahlsystems anknüpfte. Hankel hatte dabei erstmals verschiedene Entwicklungen in Europa in einem Werk vereinigt. Dies betraf die in Frankreich etwa im Kontext der Operatorenrechnung von Louis François Antoine Arbogast und anderen sowie in Deutschland von Martin Ohm (1792 – 1872) und den Gebrüdern Hermann Günther und Robert Graßmann hervorgebrachten Vorstellungen, die in der englischen algebraischen Schule um George Peacock (1791 – 1858) geformten Ideen einer «symbolischen Algebra», aber auch die von William Rowan Hamilton (1805 – 1865) entdeckten Quaternionen und dessen auf der Urintuition der «reinen Zeit» basierende Begründung der Mathematik.[728] Freges Kritik an der formalen Begründung des Zahlbegriffs hatte in den *Grundlagen der Arithmetik* noch den sachlichen Tenor eines wissenschaftlichen Meinungsstreits, führte aber über längere Phasen zu

[727] In der Definition seines Begriffs Anzahl (Frege 1884, S. 79 f.) ist der Begriff «x gleichmächtig dem Begriff F» über die Menge der Begriffe, unter die Gegenstände fallen, definiert und ist deshalb ein Begriff zweiter Stufe.

[728] Hankel 1867. Für eine ausführlichere Charakterisierung der verschiedenen Entwicklungsströme vergleiche [Alten u. a. 2003], Abschnitt 6.1, 6.3, 7.3, 7.4.1, 7.6.3 und 8.4.1, für einige philosophische Wurzeln dieses Prozesses [Schlote 1988].

massiven Spannungen, insbesondere im Verhältnis zu Thomae, und zu den erwähnten polemischen Auseinandersetzungen.[729]

In den folgenden Jahren setzte Frege seinen Neuaufbau der Logik durch weitere Detailuntersuchungen von grundlegenden Fragestellungen fort und verbesserte diesen, etwa durch die Analyse, was ein Begriff ist, durch die Unterscheidung von Begriffen erster und zweiter Stufe, schließlich durch die Erörterung des Zusammenhangs von Funktion und Begriff sowie durch die logisch-semantische Unterscheidung von Sinn und Bedeutung.[730] Hervorzuheben ist die sprachanalytische Wirkung dieser Arbeiten, die Philosophen wie Ludwig Wittgenstein (1889 – 1951) und Freges Schüler Rudolf Carnap (1889 – 1970) zu neuen sprachphilosophischen Studien anregten und herausforderten.

Die Beschäftigung mit den genannten Problemen dokumentierte zugleich Freges Überwindung einer mehrjährigen Schaffenskrise. Neue Einsichten, speziell «die Entdeckung der logischen Gegenstände»[731], ließen ihn eine Umgestaltung der Begriffsschrift vornehmen und auf der veränderten Basis des logischen Axiomensystems das festgefügte, solide gegründete Gebäude der Arithmetik errichten. Als Ergebnis legte er sein Hauptwerk *Grundgesetze der Arithmetik* vor, dessen erster Band 1893 und der zweite 1903, also außerhalb des hier betrachteten Zeitraums, erschienen.[732] Im Vorwort beklagte Frege 1893 das nahezu völlige Ignorieren seiner Arbeiten durch die Mathematikergemeinschaft, speziell durch die ebenfalls mit der Begründung der Arithmetik beschäftigten Kollegen Richard Dedekind (1831 – 1916), Otto Stolz (1842 – 1905), Hermann von Helmholtz und Leopold Kronecker.[733] Obwohl er mit seinem neuen Werk eine Fundierung der Mathematik zu schaffen versuchte, um die diese und andere Mathematiker rangen, erwartete Frege keine bessere Aufnahme seiner Ideen.

Im ersten Band setzte er die schon in den früheren Arbeiten belegte These der Zurückführung der Arithmetik auf die Logik konkret um,

[729] Eine detaillierte Beschreibung und Analyse der Kontroverse gibt Kreiser (Kreiser 2001, S. 226 – 236). Er macht deutlich, dass das Verhältnis zwischen Frege und Thomae keineswegs ständig von starken Spannungen gekennzeichnet war, sondern durchaus Phasen des «normalen» Umgangs miteinander zeigte.

[730] Frege 1891a; Frege 1892a; Frege 1892b

[731] Kreiser 2001, S. 249

[732] Frege 1893

[733] Frege 1893, Bd. 1, S. XI, insbesondere Fußnote 1

indem er die arithmetischen Grundgesetze aus seinem logischen Axiomensystem Schritt für Schritt ableitete, wobei jeder Schritt genauestens auf seine Zulässigkeit geprüft wurde. Er war damit der Einzige, der diese Fundierung auf logizistischer Basis anstrebte.

> «Das Ideal einer streng wissenschaftlichen Methode der Mathematik, das ich [Frege] hier zu verwirklichen gestrebt habe, [...] möchte ich so schildern. Dass Alles bewiesen werde, kann zwar nicht verlangt werden, [...] aber man kann fordern, dass alle Sätze, die man braucht, ohne sie zu beweisen, ausdrücklich als solche ausgesprochen werden, damit man deutlich erkenne, worauf der ganze Bau beruhe. Es muss danach gestrebt werden, die Anzahl der Urgesetze möglichst zu verringern, indem man alles beweist, was beweisbar ist. [...] dass alle Schluss- und Folgerungsweisen, die zur Anwendung kommen, vorher aufgeführt werden. [...]
>
> Durch die Lückenlosigkeit der Schlussketten wird erreicht, dass jedes Axiom, jede Voraussetzung, Hypothese, oder wie man es sonst nennen will, auf denen ein Beweis beruht, ans Licht gezogen wird; [...]»[734]

Im zweiten Band wandte sich Frege dann im gewissen Sinne den Grundlagen der Analysis zu und unterzog verschiedene vorliegende Theorien der irrationalen Zahlen einer eingehenden Analyse. Außerdem legte er seine Definitionstheorie ausführlich dar. Während der Zeit, in der der zweite Band der *Grundgesetze* gedruckt wurde, erhielt Frege im Juni 1902 einen Brief von Bertrand Russell (1872 – 1970), der sich intensiv mit dessen Schriften beschäftigt hatte. Russell, der in vielen Punkten unabhängig von Frege dieselben Resultate abgeleitet hatte, machte darin Letzteren auf ein Problem aufmerksam: die Möglichkeit, mit Frege'schen Begrifflichkeiten eine Antinomie abzuleiten, die heute mit Russells Namen verbunden ist.[735] Damit war die Realisierung von Freges logizistischem Programm in den Grundfesten erschüttert.[736]

[734] Frege 1893, Bd. 1, S. VI

[735] Zu Russells Brief siehe [Gabriel 1980], S. 59.

[736] Die Diskussion zwischen Frege und Russell, die Versuche von Frege und anderen Mathematikern, den Makel im Aufbau der Arithmetik zu beseitigen, der Zusammenhang mit der Mengenlehre sowie die Auswirkungen auf die weitere Entwicklung der Mathematik sollen in einer späteren Arbeit bei der Analyse der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik an der Universität Jena in der Zeit von 1900 bis

Die Anwendung seiner Erkenntnisse zur Logik auf die Physik hatte Frege als Fernziel durchaus mit im Blick. Nachdem er als erste weitergehende Anwendungen der Begriffsschrift die Grundlegung der Differential- und Integralrechnung sowie der Geometrie genannt hatte, stellte er fest:

> «Der Uebergang zu der reinen Bewegungslehre und weiter zur Mechanik und Physik möchte sich hier anschliessen. In den letzteren Gebieten, wo neben der Denknothwendigkeit die Naturnothwendigkeit sich geltend macht, ist am ehesten eine Weiterentwickelung der Bezeichnungsweise mit dem Fortschreiten der Erkenntnis vorauszusehen.»[737]

Wie diese Anwendung aussehen konnte, demonstrierte Frege über zehn Jahre später, im Jahre 1891, am Beispiel des Trägheitsgesetzes.[738] Den Anlass bot die fünf Jahre zuvor erschienene Publikation des Physikers Ludwig Lange (1863 – 1936) zur geschichtlichen Entwicklung des Bewegungsbegriffs.[739] Frege kritisierte, dass die Formulierung des Trägheitsgesetzes gewöhnlich nicht exakt sei, da nicht alle Begriffe präzise bestimmt würden. Problematisch war die Bestimmung der Bewegung eines Körpers, da dies die Angabe eines Koordinatensystems erforderte, auf das alle Bewegungen bezogen wurden. Newton hatte dazu den absoluten Raum und die absolute Zeit eingeführt, ohne die logischen und methodischen Unzulänglichkeiten beseitigen zu können. Nachdem Lange die Schwächen von Newtons Vorgehen aufgedeckt hatte, definierte er als Alternative die Inertialsysteme. In einer kritischen Analyse zeigte Frege, dass auch damit das Problem nicht gelöst wurde. Es könne nicht entschieden werden, ob ein gegebenes Koordinatensystem ein Inertialsystem sei, bzw. ob es sich um die Bewegung eines sich selbst überlassenen materiellen Punktes handele. Die Ursache für die Schwierigkeiten sah Frege in der «Vereinzelung der Hypothesen», doch nur «das Ganze der dynamischen Grundgesetze kann als Hypothese mit der Erfahrung verglichen und durch sie bestätigt

1945 genauer behandelt werden. An dieser Stelle sei diesbezüglich auf Darlegungen in [Kreiser 2001] und [Kutschera 1989] verwiesen.

[737] Frege 1879, S. VI

[738] Frege 1891b

[739] Lange 1886

werden.»[740] Unter dem «Ganzen der Grundgesetze» verstand er auch das Gravitationsgesetz, was Janisch als Originalität von Freges Vorgehen hervorhob.[741] Jedoch unterlief Frege bei dem Nachweis, dass bei seinem Ansatz die formulierten Naturgesetze in der verwendeten Raum- und Zeitmessung einen die Zeit nicht enthaltenden Ausdruck erhalten, ein Fehler, der sich nicht beheben lässt.[742] Das Problem einer korrekten Formulierung des Trägheitsgesetzes blieb somit ungelöst.

Obwohl die von Frege behandelte Problematik des Trägheitsgesetzes neben Lange von mehreren Physikern diskutiert wurde, konnte keine direkte Resonanz auf Freges Artikel ermittelt werden. Es darf auch sehr bezweifelt werden, dass Freges diesbezüglichen Überlegungen wie allgemein seine Ergebnisse zum logisch exakten Aufbau der Arithmetik indirekt bei der Formung der theoretischen und mathematischen Physik als Theorie eine Rolle gespielt haben. Den auf diesen Gebieten tätigen Wissenschaftlern waren Freges Vorstellungen viel zu fern und zu fremd, als dass sie von ihnen zur Kenntnis genommen worden wären. In der Realität blieb die mehrfach gelobte Lehrtätigkeit, speziell zur analytischen Mechanik, die wichtigste Möglichkeit Freges, einige seiner Ideen zu vermitteln und anzuwenden. Die für die hier betrachtete Problematik besonders interessante Frage, ob und in welchem Umfang er dies in den Mechanik-Vorlesungen getan hat, muss offen bleiben, da keine Hinweise zu ihrer Beantwortung gefunden wurden. Ohne Freges Leistungen zu negieren, muss doch festgestellt werden, dass seine Forschungen das Wechselverhältnis zwischen Mathematik und Physik an der Salana und darüber hinaus im nationalen Rahmen im Untersuchungszeitraum kaum beeinflusst haben.

5.3.2 Thomaes Lehrbücher und die Profilierung der mathematischen Forschung

Freges Kollege Thomae, mit dessen Berufung 1879 die lange überfällige Trennung der Lehrstühle für Mathematik und Physik eingeleitet wurde (vgl. Abschnitt 3.8), hat formal zunächst deutlichere Spuren in der Jenaer mathematischen Forschung hinterlassen, retrospektiv

[740] Frege 1891b, S. 150
[741] Janisch 1976, S. 152
[742] Janisch 1976, S. 154 – 156

betrachtet ist der langfristige Einfluss Freges auf die Entwicklung von Mathematik und Logik jedoch ungemein größer. Thomae schuf eine stattliche Anzahl von Publikationen, bediente dabei ein recht breites Themenspektrum und war nicht zuletzt wegen seiner Stellung als Ordinarius und seiner aufgeschlosseneren Persönlichkeit aktiver in das wissenschaftliche, insbesondere mathematische Leben in Jena eingebunden. Eine Ursache für die stärkere Präsenz lag in der Aufgabe, auf der Basis der getrennten Lehrstühle die mathematische Lehre und Forschung neu zu organisieren und ihr ein eigenständiges Gesicht zu verleihen, eine Aufgabe, der sich Thomae engagiert widmete und die er erfolgreich meisterte. «Erst Thomae begründete in Jena ein mathematisches Fachstudium mit intensivem Seminarbetrieb, bibliothekarischen Hilfsmitteln, gedruckten Jahresberichten usw.»[743] Die Bedeutung dieser wissenschaftsorganisatorischen Leistung für die Entwicklung der hier im Fokus stehenden Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik darf nicht unterschätzt werden.

Thomae hatte vor seiner Berufung an die Salana an den Universitäten in Halle und Freiburg i. Br. gelehrt und war mit einigen Monographien, einer Reihe kleinerer Schriften und zahlreichen Artikeln in Fachzeitschriften hervorgetreten.[744] Außer einem kurzen, sich an Karl Georg Christian von Staudt (1798 – 1867) anschließenden Überblick über die Grundlagen der synthetischen Geometrie und einer Arbeit zur Kartographie hatte er sich ausschließlich der Analysis gewidmet.[745] Die Publikation zur Kartographie basierte auf einem im April 1876 gehaltenen Vortrag vor der Naturforschenden Gesellschaft in Freiburg, in dem er am Beispiel der verschiedenen Möglichkeiten zur Abbildung der Erdoberfläche einem breiteren Hörerkreis eine Vorstellung von der Tätigkeit des Mathematikers gab. Besondere Aufmerksamkeit erfuhren dabei die konforme und die flächentreue Abbildung, so dass die Betrachtungen auch als Anwendung der Analysis eingeordnet werden könnten.

[743] Liebmann 1921, S. 134

[744] Zu Leben und Werk von Thomae vergleiche [Göpfert 2002] und die Nachrufe von Liebmann bzw. Herglotz (Liebmann 1921; Herglotz 1922), sowie für seine Hallenser Arbeiten [Göpfert 1999] und [Schlote/Schneider 2009a], Abschnitt 7.3.6.

[745] Thomae 1873; Thomae 1876. Für die zahlreichen Arbeiten zur Analysis vergleiche die oben genannte Sekundärliteratur, bezüglich einer vollständigen Bibliographie [Liebmann 1921].

Thomaes Forschung blieb auch in Jena auf die Analysis ausgerichtet, er ergänzte sie aber vor allem im Bezug auf die Geometrie beträchtlich sowie im kleinen Umfang hinsichtlich von Themen, die im weitesten Sinne physikalisch bzw. astronomisch motiviert waren.

Die Kontinuität der analytischen Forschungen wurde in erheblichem Umfang durch die Tatsache gespeist, dass die mehrfach lobend referierten Lehrbücher *Abriss einer Theorie der complexen Functionen und der Thetafunctionen einer Veränderlichen* und *Elementare Theorie der analytischen Functionen einer complexen Veränderlichen* bereits in dritter (1890) bzw. zweiter (1898) Auflage erschienen. In beiden Fällen hatte Thomae den präsentierten Stoffumfang erweitert und im Falle der *Analytischen Funktionen* die Darstellung auch umgearbeitet.[746] Die Ergänzungen in dem «erheblich vermehrte[n]» *Abriss* betrafen die ausführlichere Behandlung der Theorie doppelt periodischer Funktionen und der elliptischen Integrale – nachdem diese schon 1873 in der zweiten Auflage eine Erweiterung erfahren hatte –, das Berücksichtigen neuer wichtiger Resultate, wie des Satzes von Picard über das Verhalten einer holomorphen Funktion in der Umgebung einer wesentlichen Singularität oder der Abbildung von Kreisbogendreiecken durch Modulfunktionen, und das Anfügen einer Sammlung wichtiger Formeln. Die Formelsammlung enthielt für die verschiedenen, insbesondere numerischen Rechnungen eine Fülle wichtiger Formeln, wie Funktionalgleichungen, Additionstheoreme der Thetafunktionen und der Jacobi'schen elliptischen Funktionen sowie Formeln der elliptischen Integrale erster, zweiter und dritter Gattung. Bei speziellen Aussagen über Thetafunktionen ist bis in die jüngere Vergangenheit auf Arbeiten Thomaes zurückgegriffen worden.[747] In beiden Monographien strebte Thomae einen strengen systematischen Aufbau an und verband die analytischen Betrachtungen von Weierstraß mit der intuitiven geometrischen Vorgehensweise Riemanns, da «eine wirkliche Einsicht in einen algebraischen Functionenbereich und dessen Integrale nur auf Grund der Vorstellung Riemann'scher Flächen möglich

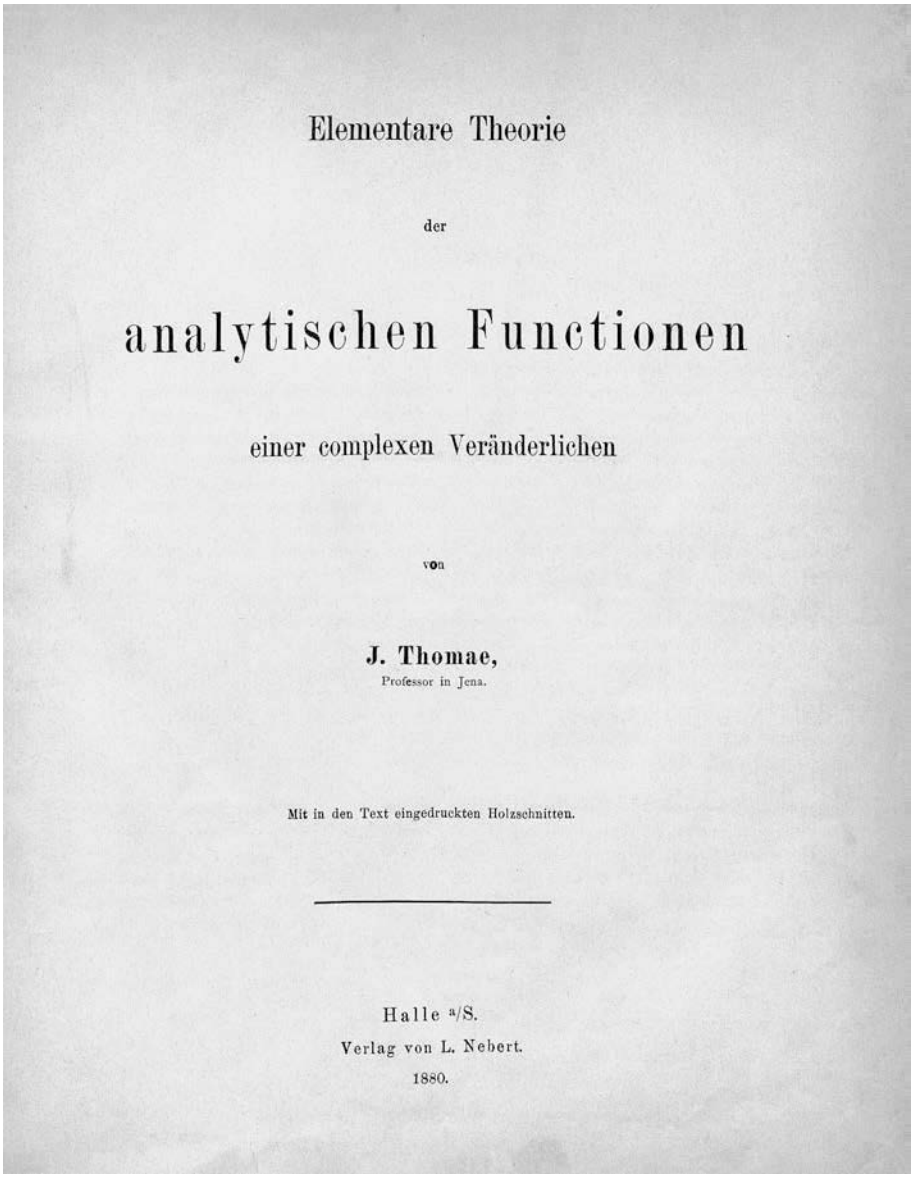
[746] Thomae 1870; Thomae 1880a

[747] So enthält Mumfords Abhandlung über Thetafunktionen den Paragraphen «Thomae's formula and moduli of hyperelliptic curves», in dem auf eine Abhandlung Thomaes in Crelles Journal aus dem Jahre 1870 verwiesen wird. [Mumford 1982], S. 3.120 – 3.136

ist.»[748] Ergänzend sei aber noch erwähnt, dass er sich 1880 in der *Elementere[n] Theorie der analytischen Functionen* sehr deutlich zu der Weierstraß'schen Methode bekannte und die Funktionentheorie seines Wissens erstmals konsequent «auf ihre Darstellung durch Potenzreihen» gründete.[749]

Diesen in den Jahrzehnten vor der Jahrhundertwende deutlich und verstärkt hervortretenden Bemühungen um eine präzise, logisch einwandfreie Begründung der analytischen Theorien war noch eine weitere Monographie Thomaes, die 1875 erschienene *Einleitung in die Theorie der bestimmten Integrale*, verpflichtet.[750] Die Beschäftigung mit diesem Gegenstand und speziell die kritischen Anmerkungen von Paul Du Bois-Reymond (1831 – 1889) regten Thomae zu weiteren Studien zur Theorie der reellen Funktionen an. Die mit den drei Abhandlungen verbundenen analytischen Arbeiten beinhalteten in der Jenaer Zeit unter anderem die Konvergenz von Thetareihen,[751] Eigenschaften der hypergeometrischen Reihe,[752] die Darstellung von Integralen zweiter und dritter Gattung durch Thetafunktionen,[753] die vollständige Bestimmung ultraelliptischer Integrale[754], die Differenzierbarkeit eines Integrals nach der oberen Grenze[755] und die Konstruktion einer algebraischen Funktion zu einer vierblättrigen Fläche mit vorgegebenen einfachen Verzweigungspunkten.[756] Bei der letztgenannten Aufgabe setzte er die von ihm bereits früher angegebene Konstruktion einer algebraischen Funktion zu einer dreiblättrigen Fläche mit einfachen Verzweigungspunkten als bekannt voraus. Diese Detailuntersuchungen gingen teilweise in die jeweiligen Neuauflagen der genannten Monographien ein oder führten dort berührte Aspekte genauer aus. Oft ging es Thomae wie bei der elementaren Behandlung der hypergeometrischen Reihe darum, eine möglichst einfache, gut fassliche Darstellung zu geben, oder wie bei der Konvergenz der Thetareihen bzw. bei der Umkehrung elliptischer

[748] Thomae 1870, 3. Aufl., S. III
[749] Thomae 1880, S. III
[750] Thomae 1875
[751] Thomae 1880b
[752] Thomae 1881a; Thomae 1891a
[753] Thomae 1882a; Thomae 1882b; Thomae 1891b
[754] Thomae 1900
[755] Thomae 1893
[756] Thomae 1881b



Elementare Theorie

der

analytischen Functionen

einer complexen Veränderlichen

von

J. Thomae,
Professor in Jena.

Mit in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Halle a/S.
Verlag von L. Nebert.
1880.

Abbildung 5.10
Titelblatt von Thomaes Monographie zu analytischen Funktionen

Integrale erster Gattung, aus einer allgemein schwierigen Problematik Fälle auszusondern, die eine einfachere Präsentation gestatteten.

Die Forschungen zur Geometrie, speziell zur projektiven Geometrie, machten in Jena einen wesentlichen Teil der Arbeiten Thomaes aus und standen hinsichtlich ihres Umfanges denen zur Analysis kaum nach. Seine kleine Schrift zur Geometrie der Lage erfuhr eine grundlegende Überarbeitung und wuchs auf mehr als den vierfachen Umfang an.[757] Thomae achtete dabei wieder besonders auf die Reinheit der Methode und auf geometrische Strenge, beschränkte sich aber auf die Behandlung der ebenen Gebilde erster und zweiter Ordnung. Ausführlich widmete er sich der Einführung idealer Elemente sowie der projektiven Skala. Er vermerkte aber, dass er darauf verzichte, «den ganzen Apparat der messenden Geometrie [...] der projectiven Geometrie einzuverleiben, obschon es nicht schwer sein würde».[758]

Eine zweite große Abhandlung war der Analyse von sogenannten zwei-zweideutigen Verwandtschaften gewidmet.[759] Thomaes Anliegen war es, die grundlegenden Sätze über diese Verwandtschaften nicht, wie bisher geschehen, «maassgeometrisch unter Anwendung der rechnenden analytischen Methoden», sondern «auf dem Wege der projectiven Geometrie» abzuleiten und «Anregung zu weiteren Studien», namentlich über die Zusammensetzung dieser Verwandtschaften, zu geben. Als zwei-zweideutige Verwandtschaft bezeichnete er eine Zuordnung zwischen zwei Geradenbüscheln, die mit zwei projektiv aufeinander bezogenen Kegelschnittbüscheln mit zwei gemeinsamen Grundpunkten in Verbindung stehen. Da diese Kegelschnittbüschel eine ebene Kurve vierter Ordnung mit zwei Doppelpunkten erzeugen, lief die Untersuchung auf ein Studium der Eigenschaften dieser Kurven hinaus. Als wichtige Hilfsmittel zog Thomae die sogenannte Möbius'sche Verwandtschaft, eine eineindeutige involutorische Zuordnung zwischen den Punkten einer Ebene, sowie eine von ihm als stereographische bezeichnete räumliche Projektion heran.

Wie die Monographien zur Analysis, so wurden auch diese beiden Abhandlungen durch eine Reihe weiterer Detailstudien flankiert. Die in Verbindung mit der Zusammensetzung der zwei-zweideuti-

[757] Thomae 1894a
[758] Thomae 1894a, S. 172
[759] Thomae 1895a

gen Verwandtschaften aufgezeigte Beziehung zu den Poncelet'schen Schließungssätzen über die einem Kegelschnitt einbeschriebenen bzw. umschriebenen Polygone nutzte er dann für einen Beweis dieser Sätze «in rein projectiver Methode».[760] Weiterhin beschrieb er die Konstruktion einer Fläche zweiter Ordnung aus neun Punkten bzw. eines Kegelschnitts aus fünf Punkten, suchte die Bedingungen für das Auftreten eines Doppelpunktes bei einer durch neun Punkte gegebenen Kurve dritter Ordnung und vereinfachte den projektiven Beweis des Schwerpunktsatzes für ein Viereck.[761] Das Vereinfachen der Konstruktion, die Reinheit der Methode bzw. das Erzielen einer größeren Allgemeinheit waren dabei für Thomae wichtige Gesichtspunkte.

Die wenigen Arbeiten, die zumindest vom Titel eine gewisse Beziehung zur mathematischen Physik vermuten lassen, bewegten sich auf traditionellem Terrain und enthielten neben einigen das jeweilige Problem beschreibenden einleitenden Bemerkungen vor allem mathematische Darlegungen. Bei der durch die leuchtende Sonnenkugel und den Saturnring erzeugten Schattenfläche handelte es sich um eine schon von Laplace untersuchte Frage, die einhüllende Fläche des Halbschattens zu bestimmen.[762] Für den in der Astronomie vorliegenden, einfachsten Fall, dass der leuchtende und der den Schatten verursachende Körper durch Oberflächen zweiter Ordnung begrenzt werden, hatte G. Salmon bereits die Gleichung der gesuchten Fläche ermittelt. Da in den astronomischen Betrachtungen diese Fläche gewöhnlich durch eine einfachere hinreichend angenähert werden konnte, waren die Eigenschaften der Lösungsfläche, die vom achten Grad war, nicht näher analysiert worden. Dies wollte Thomae nun nachholen, wobei er den leuchtenden Körper als Kugel, den Schatten verursachenden als Kreisscheibe annahm, eine Vereinfachung, die bei der leuchtenden Sonne und dem Saturnring in großer Annäherung erfüllt war. Vom Standpunkt der projektiven Geometrie stelle diese Spezialisierung, wie er kurz anmerkte, keine wesentliche Einschränkung dar. Bei der Untersuchung der Schattenfläche griff Thomae dann im Unterschied zu den zuvor erwähnten geometrischen Arbeiten im beträchtlichen Umfang auf Mittel der analytischen Geometrie zurück. Er gab unter anderem die

[760] Thomae 1895b, S. 352
[761] Thomae 1892; Thomae 1894b; Thomae 1895c; Thomae 1898
[762] Thomae 1896

Gleichungen der Schattenfläche in Ebenenkoordinaten an, zeigte wie diese Koordinaten eindeutig als elliptische Funktionen eines Parameters darstellbar sind und formulierte einige Hinweise zur Anfertigung eines Modells der Schattenfläche.

Die beiden Arbeiten zur Elastizitätstheorie behandelten das folgende Problem: Auf einer horizontalen festen Unterlage stehe ein Stück eines elastischen homogenen Kreiszylinders, das durch zwei zur Zylinderachse senkrechte Ebenen begrenzt wird. Es soll der Zustand des Zylinderstücks bestimmt werden, den es annimmt, wenn es in Folge der «eigenen Schwere» deformiert wird. Thomae betrachtete diese «einfache» «noch nirgend [sic!] gelöst[e]» Aufgabe unter der Bedingung, dass die beiden Endflächen des Zylinders auch nach der Deformation eben sind.[763] Er leitete die das Problem beschreibenden Differentialgleichungen einschließlich der Randbedingungen her, gab einige partikuläre Lösungen der Differentialgleichungen und schließlich die geforderte Beschreibung des Zustandes an. Eine zentrale Rolle spielte dabei die Verwendung der Bessel-Funktionen, von denen er einleitend einige Eigenschaften in geeigneter Darstellung präsentiert hatte, speziell dass sie der Differentialgleichung des Problems genügten. In dem Bemühen, die Randbedingungen abzuschwächen, fand Thomae dann weitere partikuläre Lösungen, unter anderem eine Schar ganzer transzendenter Lösungen.[764] Wieder dominierte also die mathematische Theorie. Für Thomae scheint dieses Vorgehen völlig legitim gewesen zu sein und entsprach seinen Vorstellungen zur mathematischen Physik. Da er selbst die Aufgabe als einfach eingeschätzt hatte, vermerkte er:

> «Sollte das Problem an sich als geringfügig erscheinen, so glaube ich doch, dass die zu seiner Bewältigung angewandten Methoden einiges Interesse beanspruchen können, ein Resultat, mit dem man in der mathematischen Physik sich ja so oft begnügen muss.»[765]

Thomae deutete hier zwar an, dass er sich ein stärkeres Eindringen der mathematischen Physik in den physikalischen Sachverhalt vorstellen konnte, was bisher jedoch meist an der Kompliziertheit des Problems scheiterte, er erörterte aber nicht, wie weitere Fortschritte in dieser

[763] Thomae 1885, S. 399
[764] Thomae 1886a
[765] Thomae 1885, S. 399

Situation erreicht werden könnten. Insbesondere ließ er im Dunkeln, wie er die Aufgabe der Mathematiker dabei sah und wo die künftige Forschung schwerpunktmäßig ansetzen müsste, bei einer Verbesserung der theoretischen Durchdringung des physikalischen Sachverhaltes, bei dessen mathematischer Beschreibung oder bei den mathematischen Methoden und Theorien. Er selbst dürfte, wie eine Bemerkung in der Ankündigung seines Lehrbuchs zur Theorie der analytischen Funktionen zeigte, einige seiner Resultate zur Analysis auch als einen Beitrag zur Erweiterung von jenem Fundus gewertet haben, auf den die mathematische Physik bei der Behandlung physikalischer Probleme zurückgriff, ohne dies aber explizit zu artikulieren.

> «Die von der partiellen Differentialgleichung ausgehende Methode der Untersuchung analytischer Functionen imponiert durch ihre Allgemeinheit, und dadurch, daß sie den Zusammenhang der Theorie mit mehreren Zweigen der Physik und mit der Geodäsie in helles Licht stellt.»[766]

Somit hat Thomae bei der Ausgestaltung der mathematischen Forschung an der Salana die Beziehungen zwischen Mathematik und Physik sowie die Entwicklung der mathematischen Physik mit im Blick gehabt, wies ihnen aber nur marginale Bedeutung für seine Forschungen zu.

Zur Vervollständigung des Bildes von den Forschungen am Jenaer Mathematischen Institut muss noch kurz auf den ab 1884 zwölf Jahre als Privatdozent lehrenden Piltz eingegangen werden.[767] Dieser hat in dem genannten Zeitraum außer seiner Habilitationsschrift nur drei kleine Noten veröffentlicht. Zwei dieser Arbeiten waren zahlentheoretischen Fragen gewidmet und skizzierten interessante Ideen zur Lösung spezieller Probleme, wobei er überraschende Verbindungen zu physikalischen Betrachtungen herstellte. So behauptete er 1885, ein Prinzip gefunden zu haben, das zur Erklärung vielfacher, bisher unverstandener oder noch unbekannter periodischer Erscheinungen in der Zahlenwelt gebraucht werden könne.[768] Besonders betonte er dabei die weitgehende Übereinstimmung seines Erklärungsprinzips «mit dem Princip, durch das sich die optischen (und andere) Interferenzerscheinungen erklären».[769]

[766] Thomae 1880c, S. 770
[767] Vgl. Abschnitt 3.9 und [Steinbach 2008].
[768] Piltz 1886
[769] Piltz 1886, S. 43

Auf der 64. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte in Halle erörterte er allgemein die Notwendigkeit, eine neue «Vorstellungsweise für die Zusammensetzung der Elemente in den Problemen der Zahlentheorie und solchen der Functionentheorie» zu entwickeln, und leitete Schlussfolgerungen für den Beweis der Riemannschen Vermutung ab.[770] Eine weitere Anwendung dieser Ideen sah er bei der Behandlung des Drei-Körper-Problems, die er ebenfalls im Herbst 1891 vortrug.[771] Eine detaillierte Ausführung dieser Ideen blieb er jedoch in allen Fällen schuldig. Die wichtigste Leistung von Piltz dürfte daher die Formulierung des nach ihm benannten Teilerproblems und dessen Behandlung in seiner Dissertation sein. Auf einige darin bewiesene Abschätzungen hat später Edmund Landau (1877 – 1938) in seinen zahlentheoretischen Werken Bezug genommen.[772] Neben den beiden Qualifizierungsarbeiten[773] von Piltz erwähnte Landau auch die ersten beiden der oben genannten Publikationen. Nachdem Piltz 1897 seine Privatdozentur aufgeben musste, verdiente er vor allem als Redakteur seinen Lebensunterhalt und ging 1926 in den Ruhestand, um sich wieder intensiver der Mathematik zuzuwenden. Welche Probleme er in Angriff nahm und mit welchem Erfolg dies geschah, konnte nicht ermittelt werden.

[770] Piltz 1892a

[771] Piltz 1892b

[772] Landau 1909, S. 890. Landau gab für eine im Band 1, § 63 hergeleitete Abschätzung der Reihe $\sum_{n=1}^{x} \frac{1}{n^s}$ ($s = 1 + t$, $t \neq 0$ reell) die Dissertation von Piltz [Piltz 1881] als Quelle an. Ohne Literaturangabe verwies Landau in Band 2 der *Vorlesungen über Zahlentheorie* auf Piltz bezüglich einer mit zahlentheoretischen Methoden bewiesenen Abschätzung der sogenannten Weltkonstanten bei der Bestimmung der Gitterpunkte auf einer von der Kreislinie oder einer allgemeineren Kurve berandeten Fläche. (Landau 1927, S. 184)

[773] Piltz 1881; Piltz 1884

6 Jenenser Mathematiker und Physiker und die örtlichen gelehrten Gesellschaften

Im Jahr 1793 wurde mit der Naturforschenden Gesellschaft die erste ortsansässige naturwissenschaftlich ausgerichtete gelehrte Gesellschaft in Jena gegründet.[774] Im mitteldeutschen Raum traten zu dieser Zeit viele gelehrte Gesellschaften und Vereine in Erscheinung. Wie Ziche aufzeigte, fügte sich die Naturforschende Gesellschaft in Jena in das Konzept der extraordinären Universität, das die jüngste Universitätsgeschichtsforschung für die Universität Jena herausarbeitete, als eine Komponente ein.[775] Denn es bestanden enge Beziehungen zwischen der Salana und der Naturforschenden Gesellschaft, die sich insbesondere in personellen Verflechtungen sowie in lokaler Förderung von Lehre und Forschung ausdrückten.[776] Wenige Jahre nach dem Niedergang der Gesellschaft konstituierte sich 1853 die Medicinisch-Naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Jena. Beide Vereinigungen boten den Jenenser Mathematikern und Physikern ein Forum zum interdisziplinären Austausch.[777] Im

[774] Die beiden anderen ortsansässigen gelehrten Gesellschaften waren die 1728 gegründete Teutsche Gesellschaft in Jena und die sechs Jahre später gegründete Societas Latina Jenensis. Zum Begriff der gelehrten Gesellschaft und zu den Gründen der Herausbildung des Vereinswesens vgl. [Zaunstöck 2002] sowie [Nipperdey 1972].

[775] Zum Konzept der extraordinaären Universität vgl. [Müller 2001] und Abschnitt 2.2.

[776] Ziche 2001

[777] Als weitere außeruniversitäre Begegnungsräume dienten beispielsweise sonntägliche Treffen bei Abbe (Siehe Abschnitt 4.1.1, S. 156 sowie Auerbach 1918, S. 162 f.), Ernst Haeckels «Referierabende» (Tobies 1993, S. 307) sowie die Jenaer Club-Gesellschaft (Kreiser 2001, S. 478 f.), der u. a. Frege und Thomae angehörten. Während Letztere im geselligen Verkehr ihrer Mitglieder ihren Zweck fand und daher wissenschaftlicher Austausch nicht im Vordergrund stand, scheinen bei den regelmäßigen Zusammenkünften im Hause Abbe durchaus wissenschaftliche Themen eine Rolle gespielt zu haben. Allerdings ist deren Bedeutung für die

Folgenden wird erörtert, inwiefern diese die genannten Gesellschaften als solches Forum tatsächlich nutzten.

6.1 Die Naturforschende Gesellschaft zu Jena

Im Juli 1793 gründeten 38 Personen die Naturforschende Gesellschaft zu Jena (NFGJ).[778] Der Zweck der Gesellschaft lag laut Statuten in der «planmäßige[n] Erweiterung und Ergänzung der Naturwissenschaften überhaupt durch alle, und vollendete[n] Naturbeschreibung von Jena durch die daselbst lebenden Mitglieder, so wie eine[r] wissenschaftliche[n] und ehrenvolle[n] Verbindung für die letzteren».[779] Unter den sechzehn möglichen, in den Statuten aufgelisteten Betätigungsfeldern für Mitglieder wurde als vorletztes «Physicalische Untersuchungen» genannt.[780] Die Mathematik fand dagegen keine explizite Erwähnung. Nur in den ersten neun Jahren ihres Bestehens (1794 – 1802) gab die NFGJ eine Zeitschrift, die *Nachricht von dem Fortgange der Naturforschenden Gesellschaft zu Jena*, heraus.

Die NFGJ unterschied zwischen «aktiven Mitgliedern» (im Wesentlichen Studierende und Funktionsträger, wie Direktor und Mitdirektoren bzw. Verwalter oder Sekretäre), «auswärtigen» oder «korrespondierenden» Mitgliedern und «Ehrenmitgliedern». Letztere mussten von Mitgliedern empfohlen und ihre Aufnahme von den aktiven Mitgliedern in geheimer Wahl bestätigt werden. Als Auswahlkriterien galten wissenschaftliche Leistung und gleichzeitig charakterliche Eignung. Beispielsweise wurden 1796 mit Johann Gottfried Steinhäuser (1768 – 1825), Ernst Florenz Friedrich Chladni (1756 – 1827) und Georg Christoph Lichtenberg (1742 – 1799) Mathematiker und Physiker als Ehrenmitglieder zugewählt. Jeder konnte selbst die Aufnahme als aktives Mitglied beantragen. Über den Antrag wurde seitens der Mitglieder

Jenenser Forschung nur schwer abzuschätzen, weil es sich dabei um eine private, nicht-institutionalisierte und damit nicht systematisch dokumentierte Veranstaltung handelte.

[778] Quellen zur NFGJ: *Nachricht von der Gründung einer naturforschenden Gesellschaft zu Jena [...]* (ThULB, 8 Hist. Nat. X, 41/2(1)), *Nachricht von dem Fortgange der naturforschenden Gesellschaft zu Jena* [1794 – 1802] (ThULB, 8 Hist. Nat. X, 41/2(2 – 9)). Vgl. auch [Zaunstöck 2001], [Ziche 2001], [Ziche 2002].

[779] ThULB, 8 Hist. Nat. X, 41/2(1), S. 19

[780] ThULB, 8 Hist. Nat. X, 41/2(1), S. 26

durch Wahl entschieden, wobei hier allein der «allgemeine Ruf von Fähigkeiten und guten Sitten» als Aufnahmekriterium zur Anwendung kam.[781] Damit war es auch Studierenden möglich, aufgenommen zu werden, deren Organisation ein wichtiges Motiv bei Gründung der Gesellschaft gewesen war.[782] So entstand eine Gesellschaft, welche neben den Gelehrten auch einen hohen Anteil von Studenten aufwies. Durch diese Mitgliederstruktur unterschied sich die NFGJ deutlich von anderen gelehrten Gesellschaften, wie etwa der fast ausschließlich auf Studierende ausgerichteten Linné'schen Gesellschaft in Leipzig oder der Naturforschenden Gesellschaft in Halle, in welcher, obwohl von Studenten gegründet, Studierende eine zunehmend marginale Rolle spielten.[783]

Der Botaniker und Naturhistoriker August Johann Georg Karl Batsch (1761 – 1802) wurde zum ersten Direktor der NFGJ gewählt. Unter seiner Leitung, d. h. bis zu seinem Tod, erlebte die Gesellschaft eine Blütezeit. Zu den Aktivitäten der NFGJ zählten – anfangs monatlich, ab 1800 nur noch bei Bedarf stattfindende – Versammlungen, Erhalt und Pflege einer Bibliothek, die Ausstattung eines eigenen Laboratoriums, welches von Mitgliedern für spezielle Untersuchungen genutzt werden konnte und auch bei Vorlesungen Anwendung fand, sowie Unterhalt und Erweiterung von Sammlungen (Zoologisches Cabinet, Botanisches Cabinet, Mineraliencabinet, Cabinet für Materia Medica, Physikalisches Cabinet, Chemisches Cabinet sowie später Sammlungen zur Technologie, Mikroskopie und zur Topographie Jenas) und Vorträge. Das «Physikalische Cabinet» der Gesellschaft war relativ klein im Vergleich zu den anderen Kabinetten. Es enthielt 1794 eine Scheiben-, Kugel- und Zylindermaschine, eine Elektrophore, mehreres zum elektrischen Apparat, Plaubels Maschine zu den Versuchen mit der

[781] ThULB, 8 Hist. Nat. X, 41/2(1), S. 20

[782] «Es fehlte schon lange auf der hiesigen Akademie an einem Mittel, wodurch gesittete und fleißige Studirende Gelegenheit gefunden hätten, mit Ihres gleichen in eine nähere, zweckmäßige, und öffentliche Verbindung zu kommen, die zugleich ausgebreitet genug, und zu einer treffenden Wahl geschickt gewesen wäre», so Direktor Batsch in einer Rede zur Gründung der Gesellschaft (ThULB, 8 Hist. Nat. X, 41/2(1), S. 3). Auf die Bedeutung einer solchen öffentlichen Gesellschaft im Gegensatz zu den Geheimbünden, wie etwa den Freimaurern, für das Herzogtum Sachsen-Weimar-Eisenach weist [Riederer 1994] hin.

[783] Zaunstöck 2001

tierischen Elektrizität, Magnete, Thermometer, Barometer, ein großes und ein kleines zusammengesetztes Mikroskop, Lupen, drei Brenngläser und ein Prisma, während das Botanische Cabinet zur gleichen Zeit ca. 3000 Objekte zählte.[784] In den nachfolgenden Jahren wurde das Physikalische Cabinet nur um wenige Stücke ergänzt.

Auf den Gebieten der antiphlogistischen Chemie und des Galvanismus wurden im Kreis der NFGJ aktuelle Forschungsfragen diskutiert.[785] Johann Wilhelm Ritter (1776 – 1810), Student und Mitglied der NFGJ, legte seine Ergebnisse zu galvanischen Experimenten sowie seine Überlegungen zum Galvanismus teilweise im Rahmen der Gesellschaft vor.[786] Ritters Vorträge stießen über den lokalen Rahmen hinaus auf Interesse.[787] Durch die Vermittlung von Batsch lernte Ritter im Frühjahr 1797 Alexander Humboldt (1769 – 1859) in Jena kennen, als dieser gerade an einer Abhandlung zum Galvanismus arbeitete. Humboldt nahm einige Anregungen Ritters in seine Publikation auf.

Nach dem Tod ihres ersten Direktors Batsch änderte sich das Wesen der NFGJ stark. In institutioneller Hinsicht ging sie von einer Privatgesellschaft über in eine herzogliche Institution unter der Präsidentschaft von Johann Wolfgang Goethe. Ihre für die naturgeschichtliche Forschung und Lehre bedeutenden Sammlungen wurden umstrukturiert, aufgeteilt und anderen Sammlungen einverleibt. 1850, nach dem Tod des letzten Verwalters der NFGJ, dem Botaniker Friedrich Siegmund Voigt (1781 – 1850), wurden die Bibliothek und die verbleibenden Bestände der Sammlungen der NFGJ in die Jenenser Universität integriert.

Welche Rolle der Mathematik und der Physik in der Gesellschaft zukam, ist äußerst schwer zu beurteilen. Während der kurzen Blütezeit der Gesellschaft waren die beiden Fächer nur ungenügend vertreten, auch wenn sich unter den Mitgliedern einige Mathematiker und Physiker befanden. Neben den bereits genannten Ehrenmitgliedern seien die auswärtigen Mitglieder Albrecht Euler (1734 – 1800), Joseph Jérôme Lalande, Martinus van Marum (1750 – 1835) und Jean-Baptiste van Mons (1765 – 1842) genannt. In den Vorträgen dominierten zu dieser Zeit die traditionellen naturhistorischen Themen (Mineralogie, Botanik, Zoolo-

[784] ThULB, 8 Hist. Nat. X, 41/2(2 – 9), 1794, S. 26
[785] Ziche/Bornschlegell 2000, S. 152 – 159; Ziche 2002, S. 123 – 125
[786] Ritter 1798; Ritter 1800
[787] Ziche 2002, S. 118, Fußnote 35

gie), nur wenige Vorträge waren mathematischen oder physikalischen Fragestellungen gewidmet, wie etwa zur Elektrizitätstheorie durch Friedrich Wilhelm Voigt (ca. 1770 – 1803) (1794/95) oder zur Akustik durch Johann Heinrich Lorenz Pansner (1777 – 1851) (1801/02).[788] Inwieweit die in dieser Untersuchung betrachteten Jenenser Mathematiker und Physiker, wie etwa Fries, Posselt, Wahl oder Schrön Mitglieder waren, ließ sich nicht feststellen. Die Bibliothek der Gesellschaft kam durch Spenden ihrer Mitglieder in den Besitz einiger (Fach-)Abhandlungen zur Mathematik, Physik oder Astronomie. Beispielsweise stiftete J. H. Voigt sein Lehrbuch zur populären Astronomie.[789] Wie sich die Vertretung der Fächer in der Naturforschenden Gesellschaft nach der Wende zum 19. Jahrhundert – und damit für den in dieser Untersuchung gewählten Zeitraum – entwickelte, ist anhand der konsultierten Quellen und Literatur leider nicht zu eruieren.

6.2 Die Medicinisch-Naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Jena

Die Medicinisch-Naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Jena (MNGJ) wurde im Januar 1853 gegründet mit dem Ziel, die wissenschaftliche Kommunikation und das kollegiale Zusammenwirken zwischen Fachvertretern zu fördern.[790] Die Gesellschaft organisierte öffentliche Sitzungen, in denen Mitglieder vortrugen und anschließend eine Diskussion stattfinden konnte. Die meisten der in der Gesellschaft gehaltenen Vorträge betrafen Themen der Biologie und der Medizin. Nach dem Bau des neuen physikalischen Instituts Anfang der 1880er Jahre fanden viele Sitzungen der MNGJ dort statt.[791] Als Zuhörer, deren Anzahl stark schwankte, kamen häufig neben den Mitgliedern auch Studierende.[792] Die MNGJ gab ab 1864 eine Zeitschrift heraus, die

[788] Ziche 2002, S. 177 f.

[789] Voigt 1799; ThULB, 8 Hist. Nat. X, 41/2(2 – 9), 1800, S. 28

[790] Zur MNGJ vgl. [Kreiser 2001], S. 473 – 477. Als Quellen dienten die Zeitschriften und Sitzungs- bzw. Jahresberichte der Gesellschaft (siehe unten) sowie ihre (Sitzungs-)Protokolle für den Zeitraum von 1867 bis 1938 (UAJ, U, X 2 und 3; ThULB, Ms. Prov. f. 196).

[791] Bardeleben 1885; Thomae 1886b; Stahl 1888

[792] Bardeleben 1885; Thomae 1886b

Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft, welche ab 1874 unter dem Titel *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft* fortgesetzt wurde.[793] Durch den Schriftentausch erhielt die MNGJ eine Reihe von Fachpublikationen. Am Ende des 19. Jahrhunderts stand sie im Austausch mit ca. 100 Gesellschaften, Vereinen, Akademien und anderen Einrichtungen, wie etwa Museen, weltweit. Die MNGJ stellte die durch den Tausch erhaltenen Publikationen der Jenenser Universitätsbibliothek zur Verfügung, so dass die dortigen Wissenschaftler und Studierenden auf diese zurückgreifen konnten.

Die Aufnahme eines neuen Mitglieds in die MNGJ erfolgte, indem zwei Mitglieder eine Person vorschlugen und diese anschließend von den Mitgliedern in geheimer Wahl gewählt wurde. So wurden nicht nur Akademiker, sondern auch an den Naturwissenschaften interessierte Jenenser Bürger, wie etwa Gymnasiallehrer, Apotheker oder Fabrikbesitzer, Mitglied der Gesellschaft. Bei Wegzug aus Jena schieden die Mitglieder aus der Gesellschaft aus. 1878 zählte die Gesellschaft 36 aktive einheimische Mitglieder, sechs Jahre später schon 56.[794] Bis 1893 stieg diese Anzahl auf 100 an, um drei Jahre später auf 86 zu fallen und bis Ende des Jahres 1900 wieder um 10 zu steigen. Neben den ordentlichen Mitgliedern besaß die MNGJ auch einige wenige Ehrenmitglieder, darunter die Evolutionstheoretiker Charles Darwin (1809 – 1882) und Thomas Henry Huxley (1825 – 1895). Wichtig für die Jenenser Akademiker dürfte auch die Mitgliedschaft des Universitätskurators Heinrich von Eggeling (Aufnahme 1887) gewesen sein. Die Sitzungen der MNGJ boten den Mitgliedern Gelegenheiten, sich mit diesem auszutauschen bzw. auf diesen Einfluss zu nehmen – auch wenn Eggeling nicht regelmäßig an den Sitzungen teilnahm. Die MNGJ bestand bis zum Ende des Zweiten Weltkrieges, der Versuch einer Neugründung um 1950 scheiterte.[795]

Von den Mathematikern und Physikern der Salana waren im Untersuchungszeitraum fast alle Mitglied in der MNGJ, nur Snell und

[793] Weiterhin gab es noch die *Sitzungsberichte der Medizinisch-Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena*, die als Supplement bis 1888 erschienen, und ab 1893 den Artikel «Jahresbericht der Medizinisch-Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena» des jeweiligen Vorsitzenden der Gesellschaft in der *Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaften.*

[794] Preyer 1878; Bardeleben 1885

[795] Kreiser 2001, S. 473

Langer fehlten. Schaeffer wurde 1855 aufgenommen, Abbe 1863, Schrön 1868, Frege 1874 und Thomae 1879. Sohncke kam 1883 hinzu, schied aber 1886 wieder aus. Piltz wurde 1884 auf Vorschlag von Frege und Abbe gewählt und schied zwölf Jahre später aus. Winkelmann wurde 1886 Mitglied der MNGJ, Auerbach und Knopf 1889.[796] Straubel stieß 1894 dazu, Gutzmer fünf Jahre später – vorgeschlagen durch Knopf und Auerbach.[797] Schaeffer, Abbe und Thomae übernahmen zeitweise das Amt des Vorsitzenden,[798] Thomae prüfte regelmäßig den Kassenbericht der Gesellschaft. Einige, wie beispielsweise Winkelmann und Abbe, waren auch Mitglied in der Kommission für den Tauschverkehr wissenschaftlicher Schriften.

Die hier genannten Mitglieder nahmen relativ rege an den Sitzungen der Gesellschaft teil, soweit sich dies aus den Protokollbüchern rekonstruieren lässt. Sie trugen dort auch gelegentlich zu mathematischen und physikalischen Themen vor. Abbe sprach hauptsächlich über Optik und optische Instrumente.[799] Frege trug über seine Begriffsschrift und damit in Zusammenhang stehende Themen, aber auch über andere

[796] Knopf wurde von Schaeffer und Abbe, Auerbach von Abbe und Winkelmann vorgeschlagen. Auerbach erhielt bei seiner Wahl zwei Gegenstimmen. UAJ, U, X, 3, Bl. 75, 76, 79, 80

[797] Vgl. Protokolle vom 14. und 29. Juni 1894 sowie vom 5. und 19. Mai 1899 in den *Sitzungsprotocollen der Medizinisch-Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena*, 1883-Ende 1938 (ThULB, Ms. Prov. f. 196).

[798] Winkelmann lehnte den Vorsitz für das Jahr 1893 nach seiner Wahl ab. Gründe für seine Entscheidung sind nicht bekannt. UAJ, U, X, 3, Bl. 114

[799] Practische Bedeutung der Farben dünner Blättchen; Neues Saccharimeter (beide: 3. August 1877); Ueber mikroskopische Messung mittelst optischer Bilder (8. Februar 1878); Ueber Stevenson's System der homogenen Immersion bei Mikroskop-Objectiven (10. Januar 1879); Ueber die Bestimmung der Brechungs-Verhältnisse fester Körper mittelst des Refractometers (21. Februar 1879); Stereoskopisches Okular (1. August 1879); Ueber die Bedingungen des Aplanatismus der Linsensysteme (28. November 1879) vgl. [Abbe 1879a]; Ueber die Grenzen der geometrischen Optik (23. Juli 1881); Eine neue Mikroskopierlampe von Siemens (25. Januar 1884); Über optisches Glas mit Demonstration eines Mikroskops mit dem neuen optischen Glas (2. Mai 1884); Ueber Objekt und Bild (9. Januar 1885); Über neue Mikroskope (9. Juli 1886), vgl. [Abbe 1887]; Demonstration einer neuen Microscopirlampe (7. Januar 1887); Verwendung des Flussspathes zu optischen Zwecken (31. Mai 1889); Über neue Doppelfernröhre mit Demonstrationen (29. Juni 1894).
Weitere Themen: Über Blutkörper-Zählung (29. November 1878); Ueber die Bestimmung von Zeit und Polhöhe aus Beobachtungen der Höhenparallelen (2. Mai 1879); Ueber die Rechenmaschine von Thomas (17. Juni 1881); Fernwirkung und

Gebiete vor.[800] Thomae hielt Vorträge zur Mathematik sowie einen zur Astronomie und stellte als Vorsitzender einen Tätigkeitsbericht der Gesellschaft vor.[801] Sohncke sprach vorwiegend über meteorologische und physikalische Themen.[802] Piltz stellte neben seiner zahlentheoretischen Forschung mathematische Spiele, Mengenlehre sowie Dirichlets letzte Arbeiten vor.[803] Winkelmann trug «Ueber die neuen Strahlen von Röntgen» (7. Februar 1896) vor – ein Vortrag, der kurz nach deren Entdeckung stattfand und sehr gut besucht gewesen sein soll und daher zwei Wochen später nochmals wiederholt wurde.[804] Röntgenstrahlen bildeten auch das Thema weiterer Vorträge Winkelmanns vor der MNGJ.[805] Der Anatom Karl Bardeleben (1849 – 1918), ebenfalls Mitglied der MNGJ, sprach daraufhin im Oktober 1896 über die Sichtbarmachung von Herz- und Zwerchfellbewegungen durch Röntgenstrahlen und Otto Schott berichtete im Juni 1899 über einen technischen Aspekt, das Glas für Röntgen-Röhren. Winkelmann trug darüber hinaus u. a. zu

Fortpflanzung (10. Februar 1888, 24. Februar 1888); Über die Theorie der Schatten (28. Juli 1893).

800 Ueber eine Weise, die Gestalt eines Dreiecks als complexe Grösse aufzufassen (8. Februar 1878); Ueber Anwendungen der Begriffsschrift (24. Januar 1879); Ueber den Briefwechsel Leibnizens und Huygens mit Papin (17. Juni 1881); Ueber den Zweck der Begriffsschrift (27. Januar 1882); Ueber Geometrie der Punktpaare in der Ebene (2. November 1883); Ueber formale Theorien der Arithmetik (17. Juli 1885); Ueber Funktion und Begriff (9. Januar 1891).

801 Ueber das ebene Kreissystem (8. Februar 1884); Ueber einen einfachen geometrischen Satz (30. Oktober 1885); Ueber die Zeit des Sonnenuntergangs in Jena (23. Januar 1891).

802 Ueber Interferenzerscheinungen an dünnen, insbesondere keilförmigen Blättchen (22. Juli 1883); Ueber Krystallstrukturmodelle (14. Dezember 1883); Ueber den Ursprung der Gewitter-Elektricität (1. Mai 1885); Ueber den Ursprung der gewöhnlichen Luftelektricität (5. Juni 1885); Die elektro-magnetische Drehung natürlichen Lichts (8. Januar 1886); Ueber «Elektrisches» (21. Mai 1886); Ueber Hydromagnetismus (23. Juli 1886); Über Steiner'sche und Poncelet'sche Polygone (28. Juni 1895).

803 Ueber zahlentheoretische Interferenzerscheinungen (20. Februar 1885); Ueber Spiele mit Steinen, welche mit Zahlen beschrieben sind (19. Juni 1885); Ueber Mengenlehre (5. November 1886); Über das Vielkörperproblem (17. Mai 1889); Über die letzten Arbeiten Dirichlet's (12. Dezember 1890).

804 Leubuscher 1897, S. 227. Leubuscher nannte den Andrang «gewaltig». Es scheinen weit über 120 Personen – die Anzahl, für welche der Raum eingerichtet war, gekommen zu sein. Vgl. auch UAJ, U, X, 3, Bl. 144.

805 Einige Eigenschaften der Röntgen'schen Strahlen (3. Juli 1896); Ueber die elektrischen Wirkungen der Röntgen-Strahlen (14. Mai 1897).

Elektrizität, Magnetismus, Optik und zu technischen Apparaten vor.[806] Straubel stellte in einem Vortrag am 15. Juli 1898 das Zeeman'sche Phänomen, also die Aufspaltung der Linien in einem Spektrum unter dem Einfluss eines Magnetfeldes, vor. In weiteren Vorträgen vor der MNGJ im Untersuchungsraum behandelte er Elastizitätszahlen und Pyroelektrizität.[807] Die Vorträge von Auerbach waren thematisch breit gestreut und ihr Bezug zur theoretischen Physik ist nur in wenigen Fällen erkennbar.[808] Piltz, Knopf und der Privatastronom Wilhelm Winkler (1842 – 1910) sprachen zu astronomischen Themen.[809] Winkler war 1887 von Leipzig nach Jena gezogen und wurde im gleichen Jahr auf Vorschlag von Abbe und Schaeffer Mitglied der MNGJ. Er spendete der Universitätssternwarte unter anderem eine Präzessionspendeluhr. Im Jahr 1893 errichtete er seine persönliche Sternwarte neben seiner Jenenser Villa.[810]

---

806 Ueber die anomale Dispersion glühender Metalldaempfe (10. Juni 1887); Abhängigkeit der Verdampfung vom Druck (11. November 1887); Diffusion von Gasen und Dämpfen (1. Juni 1888); Demonstration von flüssiger und fester Kohlensäure mit Erläuterungen (25. Januar 1889); Über von ihm angestellte elektrische Untersuchungen (31. Mai 1889); Über die elektrischen Schwingungen nach Hertz (5. Juli 1889); Über Dampfspannung (8. November 1889); Über ein Differential-Telephon (31. Januar 1891); Demonstration: Glühlichter, Accumulatoren, Knotenpunkte elektrischer Wellen (1. Mai 1891); Über die Wärmeleitung der Gase (26. Juni 1891); Über Drehströme (22. Januar 1892, 28. April 1893); Über physikalische Eigenschaften einiger Gläser (15. Dezember 1893); Demonstration des Leuchtens verschiedener Krystalle durch den elektrischen Strom (22. Januar 1897); Ueber elektrische Unterbrechungsapparate; Ueber elektrische Telegraphie ohne Draht (beide 29. Oktober 1897); Wehnelt'scher Strom-Unterbrecher (2. Juni 1899); Elektrische und magnetische Demonstrationen (1. Dezember 1899); Ueber die Verwendung des remanenten Magnetismus (Telephonograph) (29. Juni 1900).

807 Bestimmung von Elasticitätszahlen (12. November 1897); Ueber Pyroelektrizität (17. Februar 1899).

808 Zur Theorie der Luftpumpe (16. Mai 1890); Über absolute Härtemessung (18. Juli 1890); Über Sprödigkeit und Plasticität (30. Oktober 1891); Über Mondphasen und deren Einfluß auf die Witterung (1892); Eine optische Täuschung (9. Februar 1894); Ueber Energie und Entropie (16. Februar 1900).

809 Piltz: Über die Stabilität des Sonnensystems (22. Juli 1887); Knopf: Über die physikalische Beschaffenheit der Sonne (1. Dezember 1893), Ueber die geographische Lage von Jena (2. November 1900); Winkler: Über Sonnenflecken (14. Dezember 1894), Ueber Doppelsterne (29. Juli 1898).

810 Zu Winkler vgl. [Weise/Dorschner 1998].

Diese Übersicht zeigt, dass Abbe, Winkelmann und mit Einschränkung auch Sohncke zu den aktivsten Rednern gehörten, während Gutzmer der einzige Mathematiker unter den ordentlichen akademischen Mitgliedern der MNGJ war, der im betrachteten Zeitraum keinen Vortrag dort hielt, was sich aber durch seine Aufnahme im Jahr 1899 erklärt.[811] Dass Optik und optische Geräte häufig den Gegenstand ihrer Vorträge bildeten, verwundert nicht. Denn dieser bot sich im Hinblick auf die Zusammensetzung der Mitglieder der MNGJ als Querschnittsthema an: Mikroskope und deren theoretische und praktische Grundlagen konnten – wie die oben erwähnten Röntgenstrahlen – sowohl für Mathematiker und Physiker von Interesse sein, als auch für Biologen, Ärzte und für die Vertreter der ortsansässigen Firmen Zeiss und Schott. Neben den erwähnten Mitgliedern trugen auch einige wenige andere zu technischen oder im weitesten Sinne physikalischen Themen vor,[812] darunter der bereits erwähnte Otto Schott sowie die Physiker und Abbe-Mitarbeiter Siegfried Czapski (1861 – 1907) und Carl Pulfrich (1858 – 1927).[813] Der Anteil der mathematische und physikalische Themen betreffenden Vorträge war insgesamt relativ klein, wenn man bedenkt, dass pro

[811] Schrön bzw. Schaeffer hielten einen bzw. neun Vorträge (im Jahr 1868 bzw. zwischen 1868 und 1879), deren Inhalte jedoch nicht vermerkt wurde. Vgl. UAJ, U, X, 2.

[812] Christian Gaenge (1832 – 1909): Ueber einen Druckregulator für Leuchtgas und einen Gasentwicklungsapparat von T. Schorer in Lübeck (7. Februar 1879), Ueber den Gebrauch des Vergleichsprismas bei Absorptionsspectren (17. Juni 1881); W. Preyer: Ueber das Mikrophon (26. Juli 1878), Ueber einige neue Telephonversuche (26. Januar 1883); Reichardt: Ueber die gesetzlichen Petroleumsprüfungsapparate (6. Mai 1881); E. E. Schmid: Besprechung von Mineralien (9. Juli 1880), Die quarzfreien Porphyre des centralen thüringer Waldgebirges (14. Januar 1881); Paul Duden (1869 – 1954): Ueber einige Erscheinungen aus dem Gebiete der Elektrochemie (16. Dezember 1898).

[813] Schott: Über optisches Glas (16. Mai 1884); Neue Thermometer (5. März 1886); Über einige physikalische Eigenschaften von Gläsern (24. Juli 1891); Ueber elektrisches Kapillarlicht, Neuerungen beim Gasglühlicht (beide 27. November 1896). Czapski wurde im Juli 1885 auf Vorschlag von Abbe und Sohncke zum Mitglied der MNGJ gewählt (UAJ, U, X, 3, Bl. 22, 23). Czapski: «[?]mikroscop» (20. Juli 1888); Über ein von ihm erfundenes Kehlkopfmikroskop (21. Februar 1890); Demonstration eines Projectionsapparates (10. Juli 1891); Über stereoskopische Mikroskope (14. Januar 1898). Pulfrich wurde auf Vorschlag von Abbe und Winkelmann im Februar 1891 aufgenommen (UAJ, U, X, 3, Bl. 98). Pulfrich: Einfluss der Temperatur auf die Lichtbrechung fester Körper (19. Februar 1892); Demonstration des Abbe-Fitzeau'schen Dilatometers (3. Februar 1893).

Jahr zwischen 16 und 33 Vorträge (1898 bzw. 1879) im Rahmen der Sitzungen der MNGJ gehalten wurden.[814] Nichtsdestotrotz scheinen die Sitzungen den Mitgliedern als interdisziplinäres Forum gedient zu haben. Das für die vorliegende Untersuchung wichtige Gebiet der mathematisch-theoretischen Durchdringung der Physik scheint allerdings dabei kaum eine Rolle gespielt zu haben.

Abbildung 6.1
Siegfried Czapski, ab 1886 Assistent von E. Abbe in den Zeiss-Werken, ab 1891 in der Geschäftsleitung tätig (Aufnahme ca. 1905)

Die Zeitschrift der MNGJ diente den Mathematikern und Physikern der Salana sehr selten als Publikationsorgan. Noch stärker als bei den Vorträgen dominierten hier Artikel aus dem lebenswissenschaftlichen Bereich. Abbe veröffentlichte zwar einige umfangreichere Artikel, darunter auch seine Arbeit zum Abbe-Refraktometer, aber Thomae publizierte darin nur einen Artikel, der Rosenhain'sche, also spezielle periodische

[814] Dass die Anzahl der Vorträge im Laufe des Untersuchungszeitraums sank, lag an der Abspaltung einer «Sektion für Heilkunde», deren Vorträge nicht in die sogenannten «Gesamtsitzungen» aufgenommen, sondern separat ausgewiesen wurden.

Funktionen, behandelte, und Winkelmann und Straubel ebenfalls nur zwei zu Röntgenstrahlen.[815] Da weitere Beiträge zur Mathematik oder Physik in den Veröffentlichungen der MNGJ fehlen, zeigt sich hier einerseits die Nischenrolle dieser Disziplinen innerhalb der Gesellschaft, andererseits weist es darauf hin, dass die Jenenser Vertreter ausreichend Zugang zu Publikationsmöglichkeiten ihrer Beiträge in Fachzeitschriften hatten.

Die Beziehungen zur Leopoldina und zur Sächsichen Akademie

Einige der Jenenser Mathematiker und Physiker waren Mitglied in der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher (heute: Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina; kurz: Leopoldina) und in der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig (heute: Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig; kurz: SAW). Beide gelehrte Gesellschaften bereicherten im 19. Jahrhundert das regionale akademische Leben. Die Leopoldina siedelte sich 1878 dauerhaft in Halle, dem Wirkungsort ihres damaligen Präsidenten Hermann Knoblauch (1820 – 1895), an, nachdem ihr Sitz zuvor mit dem Präsidentenamt wechselte.[816] Der Physiker Knoblauch engagierte sich für eine Belebung der Naturwissenschaften und Mathematik innerhalb der Akademie. Dies drückte sich u. a. in der Zuwahl von entsprechenden Mitgliedern aus. Von den Jenensern wurden Thomae und Winkelmann 1883 bzw. 1884 in die Leopoldina aufgenommen, Frege erst 1895. Zuvor waren bereits die Jenenser Werneburg (1824), Schrön (1834), Schaeffer (1857), E. E. Schmid (1861) und Abbe (1873) als Mitglieder gewählt worden. In der 1846 in Leipzig gegründeten Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften befand sich mit dem Chemiker Johann Wolfgang Döbereiner ein Jenenser Naturwissenschaftler unter den Gründungsmitgliedern. Thomae wurde 1885, Abbe erst 1901 als Mitglied dort aufgenommen. Thomae nutzte die Publikationsorgane der SAW ausgiebig zur Veröffentlichung seiner

[815] Abbe 1870; Abbe 1871; Abbe 1874; Abbe 1881c; Abbe 1887; Thomae 1887; Winkelmann/Straubel 1896a; Winkelmann 1897c

[816] Zur Geschichte der Leopoldina siehe beispielsweise [Parthier/Engelhardt 2002] oder die kurze Darstellung in [Schlote/Schneider 2009a], Abschnitt 9.3 und die dortigen Literaturhinweise.

Forschungsergebnisse.[817] Aber auch Frege publizierte einen Aufsatz über Peanos und seine eigene Begriffsschrift in den Berichten der Gesellschaft.[818]

[817] Beispielsweise die bereits erwähnten Artikel: Thomae 1885; Thomae 1886a; Thomae 1891a; Thomae 1892; Thomae 1895a; Thomae 1895b; Thomae 1895c; Thomae 1896; Thomae1898; Thomae 1900. Eine vollständige Liste von Thomaes Publikationen bei der SAW findet sich in [Hübner 2000], S. 104 f.

[818] Frege 1896. Der Beitrag wurde von Adolph Mayer (1839 – 1908) zur Publikation in den Berichten der Akademie vorgelegt.

7 Mathematik und Physik in Jena und die Besonderheit ihrer Wechselbeziehungen

Mit den Veränderungen in der Personalstruktur, der Berufungspolitik, den Lehrangeboten und den Forschungsleistungen der einzelnen Wissenschaftler auf den Gebieten der Mathematik und Physik sowie in einigen sie tangierende Nachbardisziplinen wurden wichtige Bereiche betrachtet, in denen sich die Entwicklung der Beziehungen zwischen Mathematik und Physik niederschlägt. Im Folgenden soll versucht werden, einige Merkmale dieses Prozesses, zunächst von allgemeinem, anschließend von spezifisch Jena-typischem Charakter, herauszuarbeiten.

7.1 Mathematik und Physik im 19. Jahrhundert

Um den Ort der Universität Jena hinsichtlich der mathematisch-physikalischen Forschung im nationalen und internationalen Rahmen genauer zu bestimmen, wird zunächst ein Blick auf die wichtigsten Entwicklungslinien der Mathematik und Physik sowie deren Wechselbeziehungen im 19. Jahrhundert geworfen.

7.1.1 Der beginnende Aufschwung

In der Entwicklung von Mathematik und Physik sowie ihren wechselseitigen Beziehungen zeichneten sich in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts einige grundlegende Änderungen ab, die in der zweiten Hälfte dann weiter ausgeprägt und zu einem vorläufigen Abschluss gebracht wurden. In beiden Disziplinen kam es zu einem beträchtlichen Zuwachs an Erkenntnissen, der schließlich zur Ausweitung bestehender

Teilgebiete und zur Genese mehrerer Teildisziplinen führte. Mit dem Erkenntnisgewinn ging eine klarere Profilierung der Disziplinen einher. Physik und Chemie als frühere Bestandteile der Naturlehre erhielten eine sie deutlich voneinander unterscheidende Bestimmung. Teilgebiete der angewandten Mathematik des 18. Jahrhunderts, wie Baukunst, Geschützwesen, Optik oder Mechanik, wurden als eigenständige Gebiete abgetrennt oder unter Zurückstellung der verwendeten mathematischen Methoden anderen Disziplinen, entsprechend der in ihnen verfolgten Zielsetzungen, zugeordnet.

In der Physik wurde die Wellentheorie des Lichtes wieder aufgegriffen, durchgearbeitet und mathematisch gefasst. Dies wurde ab 1815 vor allem von Augustin Jean Fresnel (1788 – 1827) geleistet, der später, nachdem er damit bekannt geworden war, die Bedeutung von Youngs Vorleistungen und dessen Priorität bei einigen Entdeckungen anerkannte. Thomas Young (1773 – 1829) wies auch einen Zusammenhang zwischen der Polarisation und der von ihm vermuteten Transversalität des Lichts nach. Letztere bildete wiederum für Fresnel ein wichtiges Element seiner Erklärung der damals experimentell bekannten Lichterscheinungen auf der Basis der Wellentheorie, die sich in den 1820er Jahren durchzusetzen begann. Obwohl weiterhin mehrere wichtige Probleme, wie die Frage des Lichtäthers, einer Lösung harrten, wurde damit ein Ansatzpunkt für weitere Untersuchungen und den Ausbau der physikalischen Optik gewonnen.

Die Elektrizitätslehre erfuhr durch die drei sogenannten Schlüsselentdeckungen – die Erfindung einer elektrochemischen Spannungsquelle durch Alessandro Volta (1745 – 1827) (Volta'schen Säule), die Entdeckung der Ablenkung einer Magnetnadel durch einen Strom durchflossenen Leiter durch Hans Christian Ørsted (1777 – 1851) sowie die Entdeckung der elektromagnetischen Induktion durch Michael Faraday – eine fundamentale Umgestaltung und einen rasanten Aufschwung. Voltas Erfindung stellte sowohl einen Ausgangspunkt für die beiden anderen Entdeckungen als auch für wichtige neue elektrochemische Einsichten von Humphry Davy (1778 – 1829) und Faraday dar. Im Sog von Ørsteds Entdeckung erzielten André Marie Ampère (1775 – 1836), Georg Simon Ohm (1789 – 1854) sowie Jean-Baptiste Biot (1774 – 1862) und Félix Savart (1791 – 1841) mit Unterstützung von Pierre Simon Laplace weitere zentrale Einsichten und lieferten in Verbindung mit

den jeweils nach ihnen benannten Gesetzen wichtige Ansätze für die theoretische Durchdringung einzelner Teilgebiete. Um eine alle Erscheinungen erfassende und erklärende Theorie wurde noch jahrzehntelang gerungen. Insbesondere entstand die Elektrodynamik, die mit der elektromagnetischen Feldtheorie erstmals eine Feldphysik enthielt. Faradays Konzept der Kraftlinien als Veranschaulichung der über den ganzen Raum ausgebreiteten Wirkungen lieferte nur eine qualitative Beschreibung der Phänomene und wurde daher von vielen Physikern zwar als ein nützliches heuristisches Mittel, aber nicht als eine Basis für die gesuchte theoretische Begründung angesehen. Für Letztere wurde stets die Fernwirkungstheorie herangezogen.

> «So sah [...] Faraday in seinem geistigen Auge überall da Kraftlinien den Raum durchdringen, wo die Mathematiker in die Ferne wirkende Kraftcentren supponirten, und wo Diese nichts als die Abstände zwischen den Kraftcentren bemerkten, war für Jenen ein Zwischenmedium vorhanden. Faraday suchte die Ursache der Erscheinungen in Actionen, die im Zwischenmedium vor sich gehen sollten, die Mathematiker dagegen gaben sich damit zufrieden, dass sie sie in einer Fernwirkung auf die electrischen Fluida entdeckten.»[819]

Erst die Verbesserung der Feldtheorie und deren mathematische Formulierung durch Maxwell ab 1855 leiteten dann die Ablösung der Fernwirkungsvorstellungen ein.

In der Wärmelehre trat Benjamin Thompson (1753 – 1814) mit neuen kinetischen Vorstellungen zum Wesen der Wärme, die ihm vor allem zur Erklärung der Reibungswärme dienten, der vorherrschenden Wärmestofftheorie gegenüber. Letztere lieferte jedoch eine hinreichende Begründung der Wärmestrahlung und erhielt durch Fouriers mathematische Beschreibung der Wärmeleitung eine starke Stütze. Das Bemühen, den Wirkungsgrad der Wärmekraftmaschinen zu verbessern, führte dann zu weiteren, die Thermodynamik fördernden Resultaten. Hierbei ist besonders die von Sadi Carnot (1796 – 1832) formulierte und von Émile Claypeyron (1799 – 1864) durchgebildete Methode der vollständigen Kreisprozesse zur Beschreibung von Wärmeprozessen hervorzuheben. Ergänzt durch die Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents

[819] Maxwell 1883, Bd. 1, S. VII

durch James Prescott Joule (1818 – 1889) entstand hier eine Basis, auf der am Ende der 1850er Jahre August Karl Krönig, Rudolf Clausius und James Clerk Maxwell die ersten Schritte zum Aufbau der kinetischen Gastheorie unternahmen. Schließlich wurde in dem Jahrzehnt vor der Jahrhundertmitte die Erhaltung der Energie als ein fundamentales Charakteristikum vieler Naturprozesse in voller Allgemeinheit erkannt.

In der Mathematik blieb in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts der prägende Einfluss der Analysis erhalten. Deren inhaltliche Ausdehnung manifestierte sich in der Entstehung der Theorien der komplexen Funktionen, der elliptischen Funktionen und der Fourier'schen Reihen sowie in neuen Ergebnissen über gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen. Gleichzeitig kam es zu einer Rückbesinnung, stärker auf solide Grundlagen der Disziplin zu achten. Cauchy schuf nicht nur wichtige Teile der komplexen Funktionentheorie, sondern war auch maßgeblich an der exakten begrifflichen Fassung von Grundbegriffen wie Grenzwert oder Stetigkeit bzw. Differenzierbarkeit einer Funktion beteiligt. In gleicher Weise wirkten Bernard Bolzano (1781 – 1848), Gauß, Niels Henrik Abel (1802 – 1829), Dirichlet und Weierstraß. Zunehmend bemühten sich die Mathematiker, auf Schlussweisen zu verzichten, die sich an der Anschauung orientierten oder nicht strengen logischen Regeln genügten.

Gleichzeitig kündigten sich in anderen Teilgebieten erste Anzeichen für einen Wandel an. Abel und Evariste Galois (1811 – 1832) mit ihren Resultaten zur Lösung polynomialer Gleichungen sowie Kummer mit seinen idealen komplexen Zahlen öffneten die Tür zu strukturellen Untersuchungen in der Algebra. Unterstützt wurde dieser Übergang zu einer abstrakteren Auffassung von Algebra durch die Arbeiten der englischen algebraischen Schule um George Peacock und durch Hamiltons Entdeckung der Quaternionen. Die Geometrie erfuhr eine völlige Umgestaltung: An der École Polytechnique wie an den nach diesem Vorbild gegründeten polytechnischen Schulen nahm die darstellende Geometrie eine zentrale Stellung ein. Es kam zu einer breiten Entfaltung geometrischer Ideen, die teilweise als prägend für das 19. Jahrhundert angesehen wurden. Speziell die Entdeckung nichteuklidischer Geometrien durch Nikolaj I. Lobatschewski (1793 – 1856), János Bolyai (1802 – 1860) sowie Gauß und die damit verbundene Erweiterung des Raumbegriffs über den für denknotwendig gehaltenen dreidimensionalen Euklidischen

Raum hinaus revolutionierten die bisherigen Vorstellungen und warfen auch erkenntnistheoretische Fragen auf. Die projektive Geometrie und das Studium algebraischer Kurven und Flächen erlebten eine Blüte. Da die einzelnen geometrischen Ansätze oft in verschiedene Richtungen, synthetische, analytische bzw. algebraische, ausgeformt wurden, entstand eine Vielfalt, die bei manchen Zeitgenossen die Geometrie in einem recht verwirrenden Zustand erscheinen ließ. Wesentliche Fortschritte wurden außerdem in der Zahlentheorie und in der Wahrscheinlichkeitsrechnung erzielt.

Die skizzierte Fülle von neuen Erkenntnissen blieb nicht ohne Auswirkungen auf das Wechselverhältnis der beiden Disziplinen. Allerdings zeigten sich diese erst später. Auf Seiten der Mathematik ist die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts noch deutlich von der dominanten Stellung der französischen Mathematiker geprägt, wobei sich mit dem Generationswechsel in den beiden Jahrzehnten vor der Jahrhundertmitte eine gewisse Akzentverschiebung ankündigte.[820] Physikalische Probleme, etwa der Elektrostatik, der Wärmelehre oder der Hydrodynamik, und deren vor allem mit Vorstellungen der Mechanik erfolgte mathematische Modellierung bildeten für diese den Ausgangspunkt für die Schaffung neuer mathematischer Methoden und Einsichten. Es erfolgte jedoch keine Rückkopplung mit der Physik. Die mathematische Behandlung der verschiedenen Erscheinungen ging nicht mit einer physikalischen Erklärung derselben, deren theoretischer Erklärung, einher. Die Anstrengungen der Mathematiker konzentrierten sich vorrangig auf eine möglichst allgemeine mathematische Lösung des aus dem physikalischen Sachverhalt abgeleiteten Problems, z. B. einer Differentialgleichung, sowie einer daraus gewonnenen allgemeineren Formulierung. Letztlich stand also die Erweiterung der Mathematik im Vordergrund, nicht die Schaffung oder Verbesserung einer physikalischen Theorie. Die mathematische Physik als Teil der Mathematik war also stärker durch innere Dynamiken in der mathematischen Forschung bestimmt und diente in erster Linie dem weiteren Fortschritt der Mathematik. Die Mathematisierungsansätze innerhalb der Physik waren dagegen nur eine Methode in dem zwar abgeschlossenen, aber immer noch spürbaren

[820] Man vergleiche dazu die detailreiche Darstellung von I. Grattan-Guinness [Grattan-Guinness 1990], der die Entwicklung der französischen Mathematik und deren Veränderungen bis etwa 1840 genau analysiert.

Abgrenzungsprozess zu anderen Gebieten der Naturlehre, der zur Herausbildung der Disziplin Physik im engeren Sinne führte.

Es erscheint somit nicht verwunderlich, wenn in jenen Jahrzehnten die ersten Schritte zur Neugestaltung der Beziehungen zwischen Mathematik und Physik von den Physikern unternommen wurden. Den französischen Gelehrten kam hier ebenfalls eine führende Stellung zu. Doch einzelne Ereignisse in den beiden Jahrzehnten vor der Jahrhundertmitte zeigten, dass auch Wissenschaftler in anderen Ländern das Forschungsfeld aktiv mitgestalteten. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang die Gründung des Königsberger Mathematisch-physikalischen Seminars durch F. Neumann und Jacobi, Fechners Bestätigung des Ohmschen Gesetzes, Webers Formulierung des allgemeinen elektrodynamischen Gesetzes und die theoretische Erklärung der verschiedenen damals bekannten elektrodynamischen und elektromagnetischen Erscheinungen auf einheitlicher Basis, William Thomsons frühe Arbeiten zur Thermodynamik oder die Behandlung der Flüssigkeitsbewegungen durch Georg Gabriel Stokes (1819 – 1903). Darüber hinaus kündigten die angeführten Ereignisse auch von einem sich wandelnden Zusammenspiel physikalischer und mathematischer Resultate. Dabei ging es nicht in erster Linie um die Verwendung neuester, hoch entwickelter mathematischer Methoden oder eine besonders elegante mathematische Beschreibung, sondern um eine effektive Synthese der Elemente aus beiden Disziplinen zu einer Erklärung des betrachteten physikalischen Sachverhalts.

7.1.2 Der weitere Ausbau der Disziplinen nach der Jahrhundertmitte

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts setzte sich der Erkenntniszuwachs in beiden Disziplinen mit zunehmender Dynamik fort. In beiden Gebieten nahmen die sich im vorangegangenen Abschnitt abzeichnenden Subdisziplinen deutliche Formen an. In der Physik kam es zur vollständigen Ausformung und Etablierung der Teilgebiete, die später unter dem Begriff der «klassischen Physik» zusammengefasst wurden. Die Vernetzung der einzelnen Teilgebiete untereinander und deren innerer Aufbau erreichten gegen Ende des Jahrhunderts eine solche Stabilität und Struktur, dass viele Wissenschaftler, speziell eine große Anzahl von Fachvertretern, die Physik als nahezu vollendet ansahen.

Die grundlegenden Ideen Faradays zur Elektrodynamik hatten durch Maxwell eine Bearbeitung und Mathematisierung erhalten und bildeten als Theorie des elektromagnetischen Feldes nun die solide Basis für die Lehre der Elektrizität, des Magnetismus und des Lichtes. Heinrich Hertz lieferte mit der Entdeckung der von Maxwell vorausgesagten elektromagnetischen Wellen (1886) und dem Nachweis aller vom Licht bekannten Eigenschaften eine wichtige Bestätigung für Maxwells Theorie, die er dann selbst weiter ausbaute. Eng mit diesen Vorstellungen verbunden waren die Fragen nach der Entstehung der elektromagnetischen Felder und deren Träger. Die Antwort wurde durch die Elektronentheorie gegeben, die einerseits auf der Erklärung der elektrolytischen Dissoziation und andererseits auf den Ergebnissen von Kathodenstrahlexperimenten aufbaute und die in der von Hendrik Antoon Lorentz (1853 – 1928) ab 1891 entwickelten Form den Höhepunkt der klassischen Elektrodynamik markierte. Noch bevor die Elektronentheorie einen Abschluss erhalten hatte, wurde sie durch eine Reihe neuer, teilweise mit ihr eng verknüpfter Erkenntnisse und Entdeckungen erschüttert. Es kündigte sich die in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts erfolgende grundlegende Umgestaltung der Physik an. Zu diesen Erkenntnissen gehörten sowohl die Ergebnisse des Michelson- bzw. Michelson-Morley-Versuchs von 1881 bzw. 1887 als auch die Forschungsresultate zur Gasentladungs- und Strahlungsphysik, insbesondere über Kathodenstrahlen. Durch den Nachweis der vom Bewegungszustand der Lichtquelle und des Beobachters unabhängigen Konstanz der Lichtgeschwindigkeit hatten Albert Abraham Michelson (1852 – 1931) und Edward Morley (1838 – 1923) die Ätherhypothese grundsätzlich in Frage gestellt und damit auch die Basis der Elektronentheorie geschwächt, die ja den stofffreien Äther als Träger des elektromagnetischen Feldes annahm. Lorentz versuchte in seiner Elektronentheorie von 1895, mit der er wichtige elektrische und optische Erscheinungen mikrophysikalisch erklären konnte, durch die Einführung der Lorentz-Transformation auch den Ergebnissen des Michelson-Morley-Versuchs Rechnung zu tragen.

Aus Experimenten mit Kathodenstrahlen hatte Philipp Lenard (1862 – 1947) unter Verwendung des von ihm erfundenen «Lenard-Fensters» 1893 gefolgert, dass es sich dabei um frei bewegliche, nicht an einen materiellen Träger gebundene elektrische Elementarteilchen handelte. In weiteren Untersuchungen zeigte Jean Baptiste Perrin (1870 – 1942) dann,

dass die Strahlen negative elektrische Ladungen übertrugen. Joseph John Thomson (1858 – 1940) schloss 1897 nach Auswertung seiner Versuche, dass diese Teilchen alle von derselben Masse sind, die gleiche negative Ladung haben, Bestandteil aller Atome sind und das Wasserstoffatom eine mehr als tausendfach größere Masse hat. Ähnliche Resultate wurden unabhängig von Emil Wiechert (1861 – 1928) im gleichen Jahr erzielt. Die Teilchen wurden dann als Elektronen bezeichnet, ein Name der zuvor schon für die elektrische Elementarladung verwendet worden war. Zwei Jahre später konnte Thomson mit Hilfe der Wilson-Kammer die Ladung des Elektrons messen und Lorentz gab eine mathematische Formulierung der Lichttheorie.

Weitere wichtige Entdeckungen, die mit den Forschungen zu den Eigenschaften der Kathodenstrahlen in Verbindung standen, waren 1895 die der Röntgenstrahlen durch Conrad Röntgen und 1896 die der Radioaktivität durch Henri Becquerel (1852 – 1908). Innerhalb weniger Jahre wurden wesentliche Eigenschaften und Erkenntnisse über die Natur dieser Strahlen experimentell aufgedeckt. Diese Aktivitäten mündeten dann nach 1900 in neue Vorstellungen zum Aufbau der Atome ein.

Neben Elektrodynamik und Strahlungsphysik bildete die Thermodynamik einen Schwerpunkt der physikalischen Forschungen in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Nachdem durch die Arbeiten zur kinetischen Gastheorie von Clausius, Kronig, Maxwell und anderen eine Reihe von Erscheinungen und Prozessen adäquater beschrieben werden konnten, wobei die Deutung des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik (Energieerhaltung) und der Zustandsgleichung besonders hervorzuheben sind, schuf Clausius eine mathematische Beschreibung des von ihm und William Thomson (1824 – 1907) in den 1850er Jahren aufgestellten zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik. Er definierte dazu den Begriff der Entropie und entdeckte im Bemühen, den Satz allein mit mechanischen Prinzipien zu deuten, die Beziehungen zwischen Entropie und der thermodynamischen Wahrscheinlichkeit. Erstmals wurde diese Beziehung von Ludwig Boltzmann 1877 formuliert, nachdem er fünf Jahre zuvor erkannt hatte, dass die Probleme der mechanischen Wärmetheorie zugleich Fragen der Wahrscheinlichkeitsrechnung sind. Außerdem war in diesen Untersuchungen Anfang der 1870er Jahre deutlich geworden, dass der zweite Hauptsatz für Ereignisse im

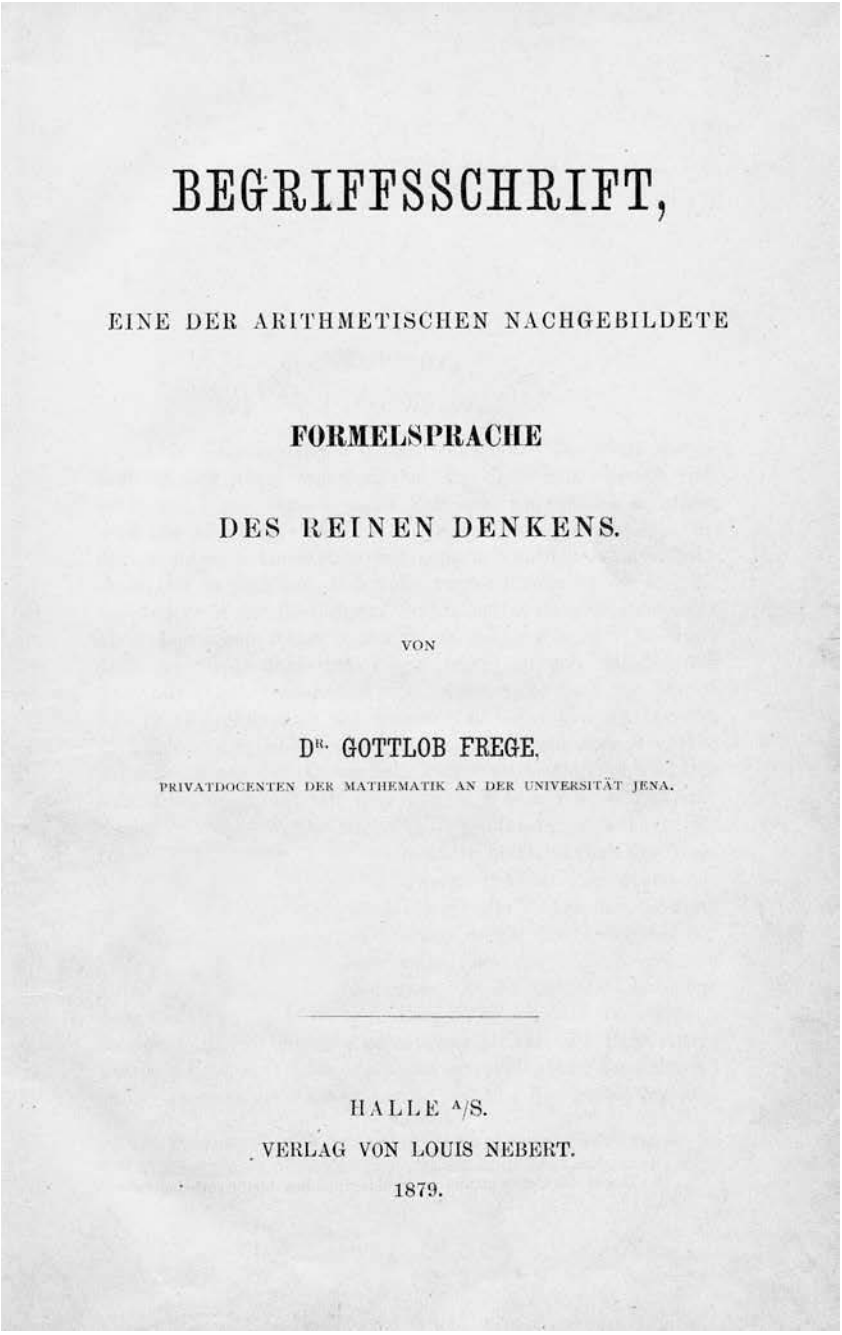
molekularen Bereich nicht uneingeschränkt gültig ist. Die Diskussionen der Einwände gegen den zweiten Hauptsatz und um dessen statistisch-kinematische Deutung erstreckten sich unter Beteiligung fast aller bedeutenden Wissenschaftler jener Zeit bis nach die Jahrhundertwende und berührten auch grundsätzliche Fragen des Verhältnisses von Atomismus, Mechanik und Wahrscheinlichkeitsrechnung.

Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik spielte dann wiederum für Betrachtungen in der Strahlungsphysik eine Rolle, die letztlich zu einem die Physik revolutionierenden Ergebnis führten. Es handelt sich um das Emissions- und Absorptionsvermögen von Körpern. Gustav Robert Kirchhoff (1824 – 1887) zeigte 1859 unter Benutzung des zweiten Hauptsatzes, dass der Quotient aus der von einem Körper pro Flächen- und Zeiteinheit ausgesandten und der absorbierten Strahlungsenergie nur von der Frequenz der Strahlung und der Temperatur des Körpers abhing, aber nicht von dessen materieller Beschaffenheit. Ziel der Physiker in den folgenden Jahrzehnten war es nun, diesen Quotienten als Funktion der Strahlungsfrequenz und der Temperatur zu bestimmen, wobei dem Gesetz für den schwarzen Körper, d. i. ein Körper, der die gesamte auf ihn auftreffende Strahlung absorbiert, eine universelle Bedeutung zukam. Im Jahr 1884 begründete Boltzmann theoretisch ein von Štefan aus verschiedenen Messergebnissen abgeleitetes Gesetz. Neun Jahre später gelang es Wilhelm Wien (1864 – 1928), die Veränderung der Energieverteilung bei der Emission in Abhängigkeit von der Temperatur im Wien'schen Verschiebungsgesetz zu beschreiben, und 1896 konnte er das nach ihm benannte Strahlungsgesetz ableiten. In dem Bestreben, dem Wien'schen Strahlungsgesetz eine bessere theoretische Basis zu geben und die erkannten Unzulänglichkeiten zu beseitigen, kam Planck zu einer neuen zunächst hypothetischen Strahlungsformel, in deren Begründung er dann die Quantenhypothese formulierte. Obwohl Plancks Formel die Energieverteilung der schwarzen Strahlung für alle Frequenzen richtig beschrieb, rangen die Physiker, auch Planck selbst, noch längere Zeit um eine andere Begründung der Formel und erst allmählich fand die Quantenhypothese Anerkennung.

Wie in der Physik setzte sich auch in der Mathematik in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die tiefgreifende Umgestaltung fort. Ohne die Fortschritte in den schon im vorangegangenen Abschnitt genannten Teilgebieten, wie Geometrie, Analysis (mit ihren zahlreichen

Unterteilungen), Algebra und Zahlentheorie, zu negieren, so sind es doch drei übergreifende Prozesse, die zunehmend die Entwicklung der Mathematik prägten, die aber noch weit über die Jahrhundertwende hinaus andauerten. Sie bewirkten einen grundlegenden Wandel der Mathematik hinsichtlich des Inhalts und ihres Wesens, doch wird dies in der hier betrachteten Periode nur teilweise spürbar. Als erster Prozess ist die Herausbildung der Mengenlehre zu nennen. Sie ist in dieser Frühphase vor allem das Werk von G. Cantor. Ausgehend von der Frage, wann Funktionen eindeutig als trigonometrische Reihen darstellbar sind, kam er 1870 zu ersten mengentheoretischen Überlegungen, die er ab 1873 im engen brieflichen Kontakt mit Richard Dedekind weiter ausbaute. Ab 1879 fasste Cantor seine Ergebnisse in einer Reihe von Abhandlungen zu den linearen Punktmannigfaltigkeiten zusammen. Er schuf damit die Grundlagen für die allgemeine Mengenlehre und die mengentheoretische Topologie. Die Mengenlehre fand zunächst nur langsam die Akzeptanz der Mathematiker, die in den 1890er Jahren beginnende mengentheoretische Durchdringung weiter Teile der Mathematik war aber dann die Basis und ein Charakteristikum der «modernen» Mathematik des 20. Jahrhunderts.

Ein zweiter Prozess beinhaltet die Weiterentwicklung der axiomatischen Methode und die Einführung mathematischer Strukturen. So definierte Walter Dyck (1856 – 1934) in der Algebra durch Verschmelzung der drei Traditionslinien aus Zahlentheorie, Geometrie und Theorie der Permutationsgruppen den abstrakten Gruppenbegriff. Das Studium verschiedener Zahlbereiche einschließlich solcher abstrakter Bildungen wie der Quaternionen regte die Fixierung weiterer Strukturbegriffe an. Der Körperbegriff erreichte als Zahl- bzw. Funktionenkörper eine wichtige Zwischenstufe in diesem Abstraktionsprozess. Derartige algebraische Strukturüberlegungen bildeten auch die Basis für Felix Klein (1849 – 1925), um in seinem «Erlanger Programm» die vielen verschiedenen Richtungen der Geometrie zu systematisieren. Die Geometrie erhielt durch die Arbeiten von Moritz Pasch (1843 – 1930) (1882), Peano (1891) und vor allem Hilbert eine neue axiomatische Begründung. Die von Letzterem in der 1899 publizierten Monographie *Grundlagen der Geometrie* gegebene Darstellung wurde zum Ausgangspunkt zahlreicher weiterer Untersuchungen zur Begründung der Euklidischen und nichteuklidischen Geometrie wie zur axiomatischen Methode. Aus all diesen



BEGRIFFSSCHRIFT,

EINE DER ARITHMETISCHEN NACHGEBILDETE

FORMELSPRACHE

DES REINEN DENKENS.

VON

DR. GOTTLOB FREGE,

PRIVATDOCENTEN DER MATHEMATIK AN DER UNIVERSITÄT JENA.

HALLE A/S.

VERLAG VON LOUIS NEBERT.

1879.

Abbildung 7.1 Titelblatt von Freges Abhandlung Begriffsschrift

Entwicklungen erwuchs dann im 20. Jahrhundert die Auffassung von der Mathematik als Theorie der Strukturen.

Als dritter Prozess sind schließlich die Bemühungen um eine logische Durchdringung der sprachlichen und deduktiven Mittel in der Mathematik und die Herausbildung der mathematischen Logik hervorzuheben. Hierzu gehören die oft als ein «Tieferlegen der Fundamente» bezeichneten Anstrengungen in den einzelnen Teilbereichen der Mathematik, die vorhandenen Beweise der Aussagen hinsichtlich einer logisch exakten Schlussweise zu analysieren und die zuvor oft übergangenen Ausnahmefälle einer sorgfältigen Untersuchung zu unterziehen. Neben den Beiträgen von Charles Sanders Peirce (1839 – 1914) und Ernst Schröder (1841 – 1902) bildeten Freges *Begriffsschrift* und *Grundgesetze der Arithmetik* einen wichtigen Ansatz zur Behandlung der hiermit verbundenen Probleme und zur Formung der mathematischen Logik.

Die drei skizzierten Prozesse haben mittelbar die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik deutlich beeinflusst und sind speziell für die Bildung physikalischer Theorien bedeutsam geworden (s. u.). Galt lange Zeit der Aufbau der Mathematik nach der Vorgehensweise Euklids als ideales Muster für den Aufbau einer Theorie, so trat am Ende des Jahrhunderts die überarbeitete axiomatische Methode an diese Stelle. Dabei zeichneten sich aber unterschiedliche Auffassungen bei Mathematikern und Physikern ab.

7.1.3 Neue Aspekte in den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik nach 1850

Die Erkenntnisfortschritte in der Physik lieferten eine beträchtliche Zahl von Phänomenen und Sachverhalten, die einer theoretischen Erklärung harrten. Daneben stellte sich das Problem, eine Systematisierung und Zusammenfassung der vielfältigen Erscheinungen zu erreichen, etwa durch das Herausarbeiten gemeinsamer Grundprinzipien, also letztlich eine theoretische Fundierung der einzelnen Gebiete. Jedoch war einerseits die experimentelle Aufklärung noch nicht so weit fortgeschritten, um eine detaillierte physikalische oder gar eine mathematische Beschreibung geben zu können, andererseits waren die bisher verwendeten mechanischen Methoden nicht bzw. nur für Teillösungen anwendbar. Dieses zu Tage tretende Bedürfnis nach einem neuen vereinheitlichenden Aufbau

der erweiterten Disziplin stimulierte die stärkere Einbeziehung theoretischer Betrachtungen. Es wurde nicht von Seiten der Mathematiker befriedigt, da die entsprechenden Überlegungen sich naturgemäß im physikalischen Kontext bewegten. Solche Überlegungen bildeten die Keimzellen für die theoretische Physik, in welcher der Mathematik für die Beherrschung physikalischer Fragestellungen auf einer späteren Stufe der Theoriebildung eine wachsende Bedeutung zukam.

Die hier und im Folgenden vorgenommene Unterscheidung zwischen Physikern und Mathematikern und insbesondere zwischen mathematischem und theoretischem Physiker ist im konkreten Einzelfall durchaus problematisch. Es gibt eine ganze Reihe von Beiträgen, die gemäß der institutionellen Anbindung ihrer Schöpfer und nach dieser Einteilung in das Gebiet der theoretischen Physik fallen, im damaligen Verständnis und nach Ansicht ihrer Autoren aber zur mathematischen Physik gehörig angesehen wurden. Die Einteilung dient vorrangig dazu, die Darstellung zu vereinfachen und gewisse Veränderung in den Wechselbeziehungen deutlicher hervortreten zu lassen.

Mathematiker und Physiker reagierten in dieser oben beschriebenen Situation in unterschiedlicher Weise und bemühten sich mit verschiedenen Strategien, die Schwierigkeiten zu beheben. Für die Physiker stand die weitere experimentelle Aufklärung des jeweiligen Phänomens zunächst im Vordergrund. Gleichzeitig bemühten sie sich auf der Basis der verfügbaren Kenntnisse und theoretischen, teilweise spekulativen bzw. metaphysischen Überlegungen, eine physikalische Erklärung zu geben, Hinweise für weitere experimentell feststellbare Eigenschaften abzuleiten und allgemeine, bei mehreren Erscheinungen auftretende Prinzipien bzw. gemeinsame Eigenschaften herauszuarbeiten. Selten wurden dabei auch mathematische Methoden herangezogen. Erst langsam setzte sich die Erkenntnis durch, dass die mit Hilfe einer mathematischen Beschreibung errechneten Resultate und deren Übereinstimmung bzw. signifikante Nichtübereinstimmung mit experimentellen Messwerten wertvolle Hinweise für die weitere Versuchsgestaltung oder für die Gültigkeit einer zur Erklärung benutzten Annahme geben konnten. Deutliche Abweichungen von den Messwerten forderten bei hinreichend gesicherter Datenbasis ein Verwerfen der benutzten Hypothese.

Als Beispiel für die skizzierten Prozesse sei auf die Entwicklungen in der Elektrizitätslehre verwiesen. Mit den Theorien von Maxwell,

W. Weber, C. Neumann, G. Kirchhoff lagen um 1870 gleich mehrere Theorien vor, die eine Beschreibung der wichtigsten Erscheinungen der Elektrizitätslehre gaben. Dabei zeigten die einzelnen Stufen, die die Maxwell'schen Vorstellungen in dessen Arbeiten von 1855 bis 1873 durchlaufen hatten, deutlich sowohl deren zunehmende Mathematisierung, als auch das Aufgeben von mechanischen Modellen. Die Auseinandersetzungen von C. Neumann und Helmholtz ließen die unterschiedlichen Standpunkte beim Aufbau der Elektrodynamik sowie die Unklarheiten bei der Erklärung der elektrodynamischen Phänomene deutlich werden.[821] Obwohl diese Diskussionen durchaus Hinweise für weitere Experimente zur Prüfung der einzelnen Theorien lieferten, sah es Neumann nicht als seine Aufgabe an, derartige Versuche zu konzipieren und auszuführen. Er begnügte sich mit dem Fazit, dass diese experimentelle Kontrolle noch ausstünde und wandte sich anderen mathematischen bzw. mathematisch-physikalischen Problemen zu, während Helmholtz sehr bald eine physikalische Klärung herbeiführte.

Neumanns Vorgehen kann als typisch für das Agieren zahlreicher Mathematiker in dieser Phase gelten. Sie setzten ihrerseits die bisher geübte Praxis der mathematischen Physik fort, von einer mehr oder weniger exakten physikalischen Beschreibung des Phänomens ausgehend zu versuchen, dieses mathematisch zu erfassen und die daraus resultierende mathematische Fragestellung zu lösen. Die zentrale Rolle spielte dabei die Verbesserung der mathematischen Mittel, sei es durch Weiterentwicklung der bereits vorhandenen Verfahren oder durch die Verwendung ganz neuer Verfahren. Man denke beispielsweise nur an die Fortschritte bei den potentialtheoretischen Methoden, wie sie unter anderem auch von Neumann erzielt wurden, bzw. Verbesserungen bei der Lösung von Differentialgleichungen. Nur in Einzelfällen widmeten sich die Mathematiker der physikalischen Erfassung der jeweiligen Erscheinung und stellten diese gegebenenfalls in Frage. Ein tieferes Eindringen in den physikalischen Sachverhalt war ihnen im Allgemeinen fremd. Ihre Darlegungen bewegten sich damit aber hauptsächlich im Mathematischen, was in dieser Situation kaum zu neuen Impulsen für die experimentelle Forschung oder zu einem besseren Verständnis der betrachteten Erscheinung führen konnte. Die Resultate der Mathema-

[821] Für eine genauere Darstelung dieser Auseinandersetzung vgl. [Schlote 2004b], S. 258 – 260.

tiker waren nur dann für die Physiker interessant und nützlich, wenn eine Rückinterpretation in den physikalischen Kontext erfolgte oder dieselbe offensichtlich war. Ganz analog waren neue experimentelle Resultate nur dann für die Mathematiker von Relevanz, wenn sie in eine veränderte Beschreibung der Erscheinung einmündeten.

Es deuten sich hier mehrere Charakteristika der sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts vollziehenden Veränderungen an. Neben der zuvor von den Mathematikern dominierten mathematischen Theoriebildung im Rahmen der Mechanik etablierte sich nun eine zweite Linie innerhalb der Physik. Die beiden skizzierten Vorgehensweisen entwickelten sich parallel nebeneinander, blieben zunächst in ihrem traditionellen, disziplinären Kontext verhaftet. Mit fortschreitender Entwicklung vollzog sich jedoch allmählich eine Annäherung, kam es teilweise gar zu einer engen Zusammenarbeit von theoretischem und Experimentalphysiker mit dem Mathematiker bzw. mathematischen Physiker. In der Realität unterlag die Ausgestaltung dieses Prozesses vielen subjektiven wie lokalen Faktoren, so dass sich eine große Vielfalt von Abläufen ergab. Mit den mathematischen Physikern auf Seiten der Mathematiker und den theoretischen Physikern auf Seiten der Physiker formierten sich zwei Gruppen, die eine wichtige Mittlerrolle übernahmen, wobei die letztgenannte eine zahlenmäßig stärkere Ausprägung erfuhr. Ihre Mitglieder verfügten über hinreichend umfassende Kenntnisse vom jeweils anderen Fachgebiet, um fachfremde Resultate zu verstehen und ins eigene Gebiet zu übertragen. Stellveretretend seien von den Mathematikern Klein, H. G. Graßmann, C. Neumann, Karl von der Mühll (1841 – 1912) sowie H. Weber genannt und von den Physikern Boltzmann, Clausius, Josiah Willard Gibbs (1839 – 1903), Helmholtz, H. Hertz sowie Maxwell. Wie die Arbeiten von Neumann, Helmholtz, Hertz und Maxwell in der Elektrodynamik bzw. von Boltzmann, Clausius und Maxwell in der Thermodynamik belegen, besaßen die Vertreter beider Gruppen, wenn auch im unterschiedlichen Maße, durch ihre Kenntnisse grundlegende Voraussetzungen für die Konstruktion eines mathematischen Modells, für die mathematische Umsetzung der physikalischen Vorstellungen und der Grundprinzipien, auf denen der Aufbau einer Theorie basieren sollte. Der zeitweilige synonyme Gebrauch der Bezeichnungen theoretische und mathematische Physik in den 1860er bis 1880er Jahren darf nicht darüber hinwegtäuschen,

dass die Herangehensweisen trotzdem sehr unterschiedlich waren und meist von einer Orientierung an der Mutterdisziplin geprägt war. Der Physiker stützte seine Theoriebildung in erster Linie auf eine experimentelle Basis, auf die er die Suche nach wenigen, möglichst einfachen Grundannahmen und Prinzipien stützte, mit denen er die verschiedenen Erscheinungen erklären und eine Theorie systematisch aufbauen konnte. Die Mathematik nutzte er erst in einem zweiten Schritt als Hilfsmittel. Die Mathematisierung der Theorie wurde häufig als ein Gradmesser für den Entwicklungsstand der Theorie herangezogen, sie ist aber kein unverzichtbarer Bestandteil.

Der Mathematiker bzw. mathematische Physiker wählte dagegen die mathematische Beschreibung der von den (theoretischen) Physikern formulierten Grundannahmen als Ausgangspunkt und konzentrierte sich auf die Anwendung der mathematischen Methoden. Ausdruck des sich verändernden Wechselverhältnisses zwischen Mathematik und Physik war die Tatsache, dass speziell Physiker Wert darauf legten, den Zwischenschritten in den mathematischen Darlegungen eine klare physikalische Vorstellung zuordnen zu können, und dass sie Theorien bzw. theoretische Entwicklungen aus physikalischer Sicht bewerteten und nicht nach dem Kriterium der mathematischen Exaktheit. Damit verknüpft war ein eigener, teilweise von den strengen Schlussregeln abweichender Umgang mit den mathematischen Methoden. Diese unterschiedliche Schwerpunktsetzung dokumentierte sich unter anderem auch darin, dass und wie mehrere (theoretische) Physiker in ihren zusammenfassenden Werken und Lehrbüchern die benötigten mathematischen Kenntnisse nach eigener Auswahl selbst bereit stellten. Dies geschah in konzentrierter Form in separaten Kapiteln wie bei Clausius, durch das Einfügen spezieller Abschnitte bei der jeweiligen Problemstellung wie bei Maxwell oder durch die Zusammenstellung in gesonderten Monographien etwa durch Lorentz. Helmholtz und Kirchhoff präsentierten die mathematische Behandlung der einzelnen physikalischen Teilgebiete in mehrbändigen Werken. Außerdem seien W. Thomson und Peter Guthrie Tait (1831 – 1901) genannt, die sich aber stärker auf mechanische Wissenschaften fokussierten.[822]

[822] Clausius 1859; Maxwell 1873; Lorentz 1900; Helmholtz 1897; Kirchhoff 1876; Thomson/Tait 1867

Es bildete sich eine stärkere wechselseitige Einflussnahme zwischen Experimental- und theoretischer Physik sowie Mathematik heraus. Die Verzahnung wurde eng genug, so dass für die Beurteilung eines Modells die Übereinstimmung der (gegebenenfalls mathematisch) abgeleiteten Folgerungen mit den experimentellen Ergebnissen herangezogen wurde, falls eine direkte Überprüfung nicht möglich war. Die theoretisch-physikalischen Überlegungen wurden somit sowohl enger mit der Mathematik, als auch enger mit der experimentellen Praxis verbunden.

Garber sieht diese Entwicklungsstufe in Deutschland bereits in den 1850er Jahren in den Arbeiten von Helmholtz und Clausius erreicht.[823] Sie knüpft daran das Auftreten einer theoretischen Physik, ein Effekt, der auch in Großbritannien zu verzeichnen war und der zugleich die Verschiebung der Forschungsaktivitäten dokumentierte. Die französischen Gelehrten hatten ihre führende Stellung vollständig eingebüßt. Bei aller innerer Variabilität wiesen die Herangehensweisen an Fragen der theoretischen Physik in Deutschland und Großbritannien markante Unterschiede auf. Während der deutsche Zugang auf den Grundbegriffen der Kraft und des Potentials basierte, wählten die britischen Gelehrten die Energieerhaltung und technisch-mechanische Modelle als Ausgangspunkt.

In Deutschland schlug sich die Herausbildung der theoretischen Physik ab den 1870er Jahren auch in sozialen Aspekten, in der Einrichtung von Professuren für theoretische Physik an den Universitäten nieder. Diese Lehrpositionen waren fast ausnahmslos Extraordinariate, die zur Unterstützung des Ordinarius für Experimentalphysik geschaffen wurden. Die damit verbundenen verschiedenen Abhängigkeiten des Vertreters der theoretischen Physik bzw. seine Unterordnung unter den Repräsentanten der Experimentalphysik, dem insbesondere die Leitung des jeweiligen physikalischen Instituts oblag, widerspiegeln eindrucksvoll die Vielschichtigkeit und die einzelnen Phasen des Geneseprozesses. Mit der Schaffung des Extraordinariats für theoretische Physik im Jahre 1889 befand sich die Universität Jena mit am Ende einer ersten Aufschwungphase der theoretischen Physik. Bis zur Wende zum 20. Jahrhundert hatte sich die Bedeutung und Anerkennung der theoretischen Physik so weit erhöht, dass die ersten Ordinarien mit

[823] Garber 1999, S. 300 ff.

eigenen theoretisch-physikalischen Instituten bzw. Abteilungen berufen wurden, ohne jedoch die prinzipielle Unterstellung unter den Professor für Experimentalphysik in irgendeiner Weise anzutasten.

Weniger problematisch und aufsehenerregend, aber auch nicht so häufig, war die Entstehung von Lehrpositionen für mathematische Physik im Bereich der Mathematik, sei es als Privatdozenturen oder als Extraordinariate. Durch die eingangs geschilderte, deutliche mathematische Ausrichtung der Forschungen dieser Stelleninhaber ließen sich diese Studien ohne Schwierigkeiten in das mathematische Forschungsspektrum integrieren. Die hier vorgenommene klare Unterscheidung zwischen mathematischer und theoretischer Physik ist jedoch retrospektiv und nur für das Ende des Untersuchungszeitraum in größeren Teilen zutreffend. Wie bereits erwähnt, war die davor liegende Herausbildungsphase der beiden Teilgebiete durch einen abweichenden Gebrauch der beiden Bezeichnungen gekennzeichnet.

7.2 Die Wechselbeziehungen an der Salana im Kontext

Im Folgenden wird die Entwicklung der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik entsprechend der spezifischen Bedingungen an der Salana analysiert und in den eben skizzierten größeren Kontext eingebettet, wobei sich die institutionelle Organisationsform der Fächer – ein gemeinsamer oder zwei getrennte Lehrstühle – als ein günstiges Kriterium zur Einteilung der Entwicklung erwies, das auch zur Erfassung anderer Gesichtspunkte geeignet war.

7.2.1 Die Beziehungen der in einem Lehrstuhl vereinigten Mathematik und Physik

Bereits ein flüchtiger Blick auf die Entwicklung von Mathematik und Physik an der Alma Mater Jenensis im 19. Jahrhundert lässt zwei lokale Merkmale sehr klar erkennen: erstens die fast 80 Jahre lang währende Vereinigung beider Disziplinen in einem Lehrstuhl und zweitens die fast ebenso lange andauernde enge Verknüpfung mit philosophischen Anschauungen. Philosophische Reflexionen sind sicher für den einzel-

nen Wissenschaftler nicht ungewöhnlich. Die Wissenschaftsgeschichte kennt eine ganze Reihe von Gelehrten, die bedeutende mathematische und/oder physikalische Ergebnisse erzielten und gleichzeitig mit bemerkenswerten philosophischen Gedanken hervortraten. Stellvertretend seien Pierre Simon Laplace, Hermann Günther Graßmann, Bernhard Riemann, Hermann Helmholtz und Ernst Mach (1838 – 1916) genannt. Das Besondere der Jenaer Situation bestand jedoch darin, dass Fries als Forscher in erster Linie als Philosoph wirkte, auch wenn seine Werke inhaltlich weit in die Mathematik hineinreichten, und dass einige seiner Jenenser Schüler ebenfalls eher in philosophischer Richtung tätig wurden. Auch Snell publizierte hauptsächlich zu im weitesten Sinne philosophischen Themenbereichen. In Bezug auf das erstgenannte Merkmal ist zu betonen, dass die enge organisatorische Verknüpfung von Mathematik und Physik in einem Ordinariat für die Entwicklung der Wechselbeziehungen zwischen den beiden Fächern an der Salana nicht förderlich war.

Voigt, der die Anfangsphase des betrachteten Untersuchungszeitraums prägte, blieb mit seinem Verständnis von den Beziehungen zwischen Mathematik und Physik noch ganz im 18. Jahrhundert verhaftet. Die Behandlung physikalischer Probleme gehörte für ihn zu dem sehr breiten Themenspektrum der angewandten Mathematik, das sich im damaligen Verständnis von der Mechanik, der Hydro- und Aerostatik über die Optik, die Astronomie und die Geographie bis zur Geschützkunst (Artillerie) und Architektur erstreckte. Voigt bewegte sich jedoch mathematisch wie physikalisch auf niedrigem Niveau. Positiv ist sein Bemühen zu werten, auch neuere Entwicklungen, wie Elemente der Differential- und Integralrechnung, in seinen Lehrbüchern aufzugreifen und damit den Abstand zu dem vor allem durch französische Forscher repräsentierten Spitzenniveau zu verringern. Dies war angesichts des damals an den deutschen Universitäten bestehenden niedrigen Standes an vermittelten mathematisch-physikalischen Kenntnissen ein wünschenswerter Schritt. Mit Voigt als Vertreter von Mathematik und Physik lag die Salana keineswegs unter dem zu dieser Zeit an deutschen Universitäten anzutreffenden niedrigen Standard in Bezug auf diese Fächer.

Erste Fortschritte in der engeren Verbindung von Mathematik und Physik in Jena erzielten dann der Extraordinarius Münchow und der

Privatdozent Werneburg. Beide befassten sich insbesondere mit Fragen der Optik, wobei sie, soweit sie überhaupt bis zu einer mathematischen Beschreibung vordrangen, auf bekannte Elemente der geometrischen Optik zurückgriffen und sich hinsichtlich der physikalischen Deutung von bestimmten Erscheinungen, wie der Brechung oder der Entstehung von Mehrfachbildern, aktiv an der Diskussion eines aktuellen Forschungsthemas beteiligten. Hervorzuheben ist ihr Bemühen, Elemente der Mathematik zur theoretischen Durchdringung und theoretischen Erschließung neuer Gebiete heranzuziehen. Speziell Werneburg war bei den verschiedenen von ihm analysierten Fragestellungen sehr daran gelegen, das Zusammenspiel von physikalischen Grundanschauungen, Ableiten physikalischer Folgerungen mit Ansätzen zu einem Theorieaufbau und deren mathematischer Formulierung zu demonstrieren. Dieses methodische Vorgehen trat in mehreren seiner Arbeiten zu Tage, wobei die ungünstige Wahl der Grundvoraussetzungen deren Wirksamkeit deutlich einschränkte.

Bis zur Mitte des dritten Jahrzehnts des 19. Jahrhunderts, also bis zum Beginn der Ära Fries befanden sich somit Mathematik und Physik sowie deren Wechselbeziehungen an der Jenenser Universität auf einem für Deutschland durchschnittlichen, im Vergleich mit der Spitzenforschung jedoch niedrigen Niveau. In beiden Disziplinen wurden in fachlicher wie in methodischer Hinsicht keine neuen Forschungsimpulse hervorgebracht. Hauptsächlich handelte es sich darum, den vorhandenen Kenntnisstand allmählich zu verbessern. In vereinzelten Fällen beteiligten sich zwar die Vertreter der Fachrichtungen an der Diskussion aktueller Forschungsideen, ohne aber bemerkenswerte Akzente zu setzen. Die Wechselbeziehungen zwischen beiden Disziplinen wurden reflektiert und hervorgehoben.

Mit der Berufung von Fries wurde diese Entwicklung im gewissen Sinne fortgesetzt. Fries analysierte philosophisch den mathematischen Zugang zu den Naturwissenschaften und bestimmte dessen Ort innerhalb der Erkenntnistheorie. Dabei griff er auch neueste physikalische Resultate in seinen Darstellungen auf, wie Hinweise auf Ørsteds Entdeckung der Ablenkung einer Magnetnadel durch einen Strom durchflossenen Leiter oder Fechners *Lehrbuch der Experimental-Physik* belegen. Fries gab den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik in seinen Monographien zur mathematischen Naturphilosophie

bzw. zur Naturlehre eine spätere Entwicklungen vorwegnehmende Bestimmung. Sehr genau erörterte er das Zusammenspiel von exakten Beobachtungen einschließlich präziser Messungen, physikalischen Abstraktionen und mathematischen Methoden bei der theoretischen Durchdringung einzelner Probleme und Gebiete (vgl. Abschnitt 5.1.2, S. 194). Seine Schwerpunktsetzungen entsprachen durchaus jenem Programm, das bei der Gründung des Königsberger Seminars zur mathematischen Physik 1834 zum Tragen kam und zur Entstehung der so erfolg- wie einflussreichen Schule der mathematischen Physik führte.[824] Die konkrete Ausführung seiner Ideen an einem Beispiel der mathematisch-physikalischen Theoriebildung im Detail findet sich jedoch nicht in den Fries'schen Arbeiten – ein Umstand, der die philosophische Ausrichtung seiner Forschung unterstreicht.

Auch die neben Fries an der Salana in mindestens einer der beiden Disziplinen lehrenden und forschenden Privatdozenten, Temler, Mirbt, Apelt, G. Suckow und Schmid, taten sich nicht durch eine solche mathematisch-theoretische Durchdringung eines naturwissenschaftlichen Teilgebiets hervor, vielleicht weil einige als Schüler von Fries selbst mehr der Philosophie zugeneigt waren. Eine Ausnahme bildeten die beiden Beiträge zur Undulationstheorie und zur Meteorologie von Schmid, in welchen er Fries'sche Methoden bei der naturwissenschaftlichen Theoriebildung anzuwenden versuchte. Das der Fries'schen Lehre immanente Potential im Bezug auf die mathematische Physik wurde also nur sehr beschränkt in Jena wirksam.

Während der zwei Jahrzehnte seines Wirkens gelang Fries letztlich in Bezug auf die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik deren umfassende erkenntnistheoretische Fundierung, aber nicht die Ausbildung und Etablierung eines mathematisch-physikalischen Schwerpunkts in der Jenenser Forschung und Lehre. Seine Lehre zur Physik und vor allem zur Mathematik soll die Fortschritte in beiden Disziplinen berücksichtigt haben, wodurch er einen durch die vergleichsweise schlechte finanzielle Ausstattung an der Salana drohenden Bedeutungsverlust verhindern konnte.

[824] Die Gründungsgeschichte des Königsberger Seminars zur mathematischen Physik und die Herausbildung der Königsberger Schule wurde von K. Olesko [Olesko 1991] genau analysiert.

Nach dem Tod von Fries ließen Universität und Ministerien der Erhalterstaaten eine günstige Gelegenheit zur Trennung des vereinigten Lehrstuhls für Mathematik und Physik ungenutzt, obwohl eine solche durchaus zeitgemäß gewesen wäre. Dadurch und durch die Berufung von Snell, der so gut wie keine eigenen Beiträge zur mathematischen und physikalischen Forschung leistete, wurde an der Salana die Chance vertan, den beiden Fächern und ihren wechselseitigen Beziehungen neue Impulse zu verleihen. Da für Schlömilch und Schaeffer die Verknüpfungen zwischen Mathematik und Physik außerhalb ihrer Interessen lagen, erfuhr die Entwicklung dieser Wechselbeziehungen in den folgenden Jahrzehnten keine stärkere Belebung von Seiten der Mathematiker. Dabei muss aber anerkannt werden, dass Schlömilch, die Jenenser Situation richtig beurteilend, seine Anstrengungen erfolgreich auf eine Verbesserung des Niveaus in der Ausbildung konzentrierte und einige den aktuellen Forschungsrichtungen Rechnung tragende Vorlesungsinhalte präsentierte.

7.2.2 Die Wechselbeziehungen im Zeichen der Optik

Die entscheidende Veränderung in den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik trat mit Ernst Abbe und dessen Aufnahme einer Lehrtätigkeit an der Salana Anfang der 1860er Jahre ein. Abbe besaß durch seine Interessen und seine Ausbildung günstige Voraussetzungen, um einen deutlichen Wandel zu initiieren. Er hatte ein ausgeprägtes Interesse für physikalische Fragen und durch sein Studium in Göttingen zugleich umfangreiche Kenntnisse über die neueren Methoden der mathematischen Physik erworben. Ab Mitte der 1860er Jahre wurden Fragen der Optik und des Baus wissenschaftlicher Geräte, vor allem von Mikroskopen, zu seinem zentralen Forschungsfeld. Dabei vereinigte er theoretisch-mathematische Grundlagenforschung im Bereich der für den Instrumentenbau nötigen Teile der Optik und experimentelle Untersuchungen mit der technischen Umsetzung der Ergebnisse sowie der Materialforschung zu Gläsern und Linsen. Dies geschah in enger Verknüpfung mit Zeiss bzw. den Zeiss-Werken und auch dem Glaswerk Schott und Genossen. Beide Betriebe setzten Abbes Forschungsergebnisse bei der Konstruktion von neuen optischen Geräten zur Verbesserung ihrer Produkte ein, betrieben die Herstellung von Gläsern und Linsen

unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten und konnten so ihre Umsätze enorm steigern.

Abbildung 7.2
Ernst Abbe, Extraordinarius in Jena 1870 – 1878, Leiter der Sternwarte 1877 – 1900, ordentlicher Honorarprofessor 1878 – 1905, ab 1866 Mitarbeit bei Zeiss, ab 1876 Mitgesellschafter der Zeiss-Werke, ab 1884 Miteigentümer des Glastechnischen Laboratoriums Schott & Gen. (Aufnahme 1876)

Die Verbindung von Abbe mit den Zeiss-Werken sowie dem Glaswerk ging jedoch über die Zusammenarbeit auf wissenschaftlich-technischem Gebiet hinaus und erstreckte sich auch auf den kommerziellen Bereich. Abbe wurde stiller Teilhaber und später Mitdirektor der Zeiss-Werke. Er war auch Mitbegründer der Glastechnischen Versuchsanstalt, dem Herzstück der später gegründeten Handelsgesellschaft Schott und Genossen, in der erstmals wissenschaftliche Glasforschung und -entwicklung betrieben wurde. In einem Vertrag mit Zeiss verpflichtete sich Abbe 1875/76, gegebenenfalls auf eine Beförderung zum ordentlichen Professor im Rahmen der universitären Laufbahn zu verzichten, um seine Verpflichtungen gegenüber den Zeiss-Werken nachkommen zu können. Schließlich gründete er die Carl-Zeiss-Stiftung, welche nicht nur einen erheblichen Anteil am Ausbau des Mathematischen Seminars und des Physikalischen Instituts hatte, sondern auch viele personal- und wissenschaftspolitische Entscheidungen an der Salana erleichterte. Die finanzielle Unterstützung durch diese Stiftung, aber auch durch die Reichenbach-Stiftung, führte zu einer erheblichen Verbesserung von Forschung und Lehre im Bereich der Mathematik und Physik

in den letzten zwei Jahrzehnten des Untersuchungszeitraums. Sie ermöglichte beispielsweise 1879/82 die Trennung des gemeinsamen Lehrstuhls für Mathematik und Physik sowie 1889 die Einrichtung des Extraordinariats für theoretische Physik und damit die Institutionalisierung der theoretischen Physik in Jena, wenngleich Abbe diese in der Lehre bereits schon seit mehr als zwei Dekaden vertreten hatte. Letzteres geschah im Vergleich mit anderen deutschen Universitäten etwas spät – in Straßburg wurde eine entsprechende Professur 1872 eingerichtet, in Königsberg 1876, in Halle 1878, in München 1886[825], aber durchaus zügig mit Blick auf die speziellen Jenenser Verhältnisse. Diese personelle Erweiterung zusammen mit den ebenfalls von Stiftungen getragenen infrastrukturellen Veränderungen (von der Errichtung und Ausstattung von Gebäuden, über Unterstützung beim Erwerb von technischen Geräten, Lehr- und Lernmitteln) schufen erst die Rahmenbedingungen für die weiteren Entwicklungen. Mit dem vor allem von Abbe geschaffenen und ausgestalteten engen Zusammenwirken von universitärer Forschung, wissenschaftlich-technischem Gerätebau und industrieller Wissenschaftsförderung traten einige Facetten des künftigen Wissenschaftsbetriebs frühzeitig in Erscheinung. Aus unternehmerischer Perspektive ist die Kopplung von Produktionsentwicklung mit wissenschaftlichen Untersuchungen und die Einrichtung von Forschungsabteilungen im Betrieb hervorhebenswert.

Durch Abbes Wirken als Professor, Forscher und Unternehmer etablierte sich am Physikalischen Institut der Salana in den letzten beiden Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts ein durch den optischen Instrumentenbau bestimmter Forschungsschwerpunkt. Dabei gelang eine effektive Zusammenführung von theoretischer Durchdringung der physikalischen (optischen) Sachverhalte inklusive deren mathematischer Umsetzung mit ihrer experimentellen Grundlage, mit der Entwicklung und Anwendung neuer, genauerer Messverfahren sowie mit der Konstruktion entsprechender Geräte zur Überprüfung der jeweiligen Eigenschaften der Linsen, Mikroskope, Fernrohre etc.

[825] Jungnickel/McCormmach 1986, Bd. 2., Kap. 15. Ch. Jungnickel und R. McCormmach verweisen darauf, dass an mehreren Universitäten, wenn der Ordinarius für Physik ein starkes Interesse an der theoretischen Physik hatte, die neue außerordentliche Professur nicht mit einem speziellen Fachgebiet, insbesondere nicht mit der theoretischen Physik, verknüpft wurde.

Abbildung 7.3
Sechs wissenschaftliche Mitarbeiter und drei Rechner der Zeisswerkstätten, aufgenommen 1891 (vorne sitzend: S. Czapski (2. vl), O. Schott (3. vl), C. Pulfrich (5. vl))

Für die theoretische Durchdringung konnte Abbe weitgehend darauf zurückgreifen, dass eine mathematische Beschreibung der optischen Erscheinungen im Prinzip vorlag. Zudem brauchte er dazu auch nicht neue mathematische Konzepte und Theorien hinzuzuziehen, so dass die Wechselbeziehung zwischen Mathematik und Physik nicht durch die Einführung neuer Ideen aus den beiden Disziplinen gefördert wurde, sondern vielmehr im methodischen Bereich, nämlich durch eine enge Verknüpfung von Theorie und Experiment in Hinblick auf technische Anwendung. Die stärkere Inklusion der experimentellen Seite im Rahmen der Theoriebildung ist dabei einerseits im Zusammenhang mit der auf technische Umsetzung ausgerichteten Forschung zu sehen, andererseits aber auch mit dem Entwicklungsstand der theoretischen Physik, deren fachliche und institutionelle Emanzipation zu dieser Zeit noch nicht abgeschlossen war.

Abbes Kollegen Sohncke, Winkelmann, Auerbach und Straubel trugen mit ihren Forschungen ebenfalls zur Profilierung dieses Forschungszweiges bei und unterstützten damit auch die lokalen, im Bereich der Optik engagierten Firmen Zeiss und Schott. Die beiden Ordinarien für Experimentalphysik bedienten dabei vor allem die experimentelle Seite, wenngleich sie durchaus eine offene Haltung zur theoretischen Physik demonstrierten. Winkelmann überprüfte zum einen einige in mathematischen Relationen formulierte, zum Teil theoretisch abgeleitete Abhängigkeiten zwischen verschiedenen physikalischen Größen experimentell, und versuchte zum anderen zusammen mit Schott, aus dem experimentell gewonnenen Datenmaterial bei bestimmten Gläsern die Abhängigkeit des Elastizitätskoeffizienten von der Temperatur in Formeln zu erfassen. Dasselbe galt auch für seine Forschungen mit Schott zum thermischen Widerstandskoeffizienten und zur thermischen Leitfähigkeit von Gläsern wie auch für die mit Straubel zu den Brechungseigenschaften der Röntgenstrahlen. Wenn auch nicht alle Forschungsgebiete Winkelmanns unmittelbar dem Jenaer Forschungsschwerpunkt zuzuordnen sind, so griff er mit seiner Forschung zu Gläsern und Röntgenstrahlen Bedürfnisse aus der lokalen Industrie auf, verband sie teilweise mit seinen Forschungsinteressen zur Wärmelehre und trug damit zur Stärkung des Jenenser Forschungszweiges bei.

Der Extraordinarius für theoretische Physik Auerbach bediente mit seiner Theorie zur Härte ebenfalls indirekt den Forschungsschwerpunkt. Er verband dort die theoretische Durchdringung mit der experimentellen Erkundung und gerätetechnischen Aspekten, etwa bei der Ermittlung von messbaren Größen und der Konstruktion geeigneter Messgeräte. Bei der Bestimmung der Härte von verschiedenen Gläsern arbeitete er mit dem ortsansässigen Glaswerk Schott zusammen. Wie Winkelmanns Untersuchungen zeigen auch Auerbachs Forschungen zu Themengebieten, die außerhalb des durch Abbe geprägten Forschungsschwerpunkts lagen, wie der Psychophysik und der Funktechnik (Kohärer), dass sich die Arbeiten am Physikalischen Institut in Jena nicht nur auf den Forschungsschwerpunkt beschränkte.

Der Privatdozent Straubel war durch seine hauptsächlich in Jena erfolgte Ausbildung mit dem Bereich der Optik und der spezifisch Jenaer auf technische Umsetzung ausgerichteten Forschung gut vertraut. Dass er als erster Kandidat seit langem eine Privatdozentur an der Salana

anstrebte, zeigt deutlich die verbesserte Ausbildungs- und Forschungssituation in Jena. Straubel schloss sich inhaltlich und methodisch eng an Abbe an. Dies wird in seinen Forschungsbeiträgen deutlich. Die von ihm vorgenommenen Theoretisierungen betrafen nicht selten die Verbesserung von Instrumenten und basierten zum großen Teil auf mathematisch gefassten Zusammenhängen und Deduktionen. Am Ende des Untersuchungszeitraums wandte er sich der Bestimmung von Elastizitätszahlen und –moduln und damit erneut einem in Jena vertretenen Bereich der Forschung zu. Es zeugt von der engen Verflechtung zwischen Universität und lokaler Industrie, dass Straubel 1901 wissenschaftlicher Mitarbeiter und ab 1903 Mitglied der Geschäftsleitung der Zeiss-Werke wurde.

Hatten sich die Jenenser Physiker gegenüber der Verwendung mathematischer Erkenntnisse und Methoden zwar im unterschiedlichen Maße, aber doch grundsätzlich aufgeschlossen verhalten und deren Wert für die physikalischen Untersuchungen anerkannt, so verbleibt die Frage, ob mit dem Aufschwung der Physik auch eine Betätigung im Bereich der mathematischen Physik von Seiten der Jenenser Mathematiker einherging. Dies muss eindeutig verneint werden. Keiner der im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts an der Salana lehrenden Mathematiker zeigte in seinen Forschungen ein größeres Interesse für die Beschäftigung mit physikalischen Fragestellungen.[826] Alle drei Vertreter setzten sich aber auch mit den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik auseinander. Sie haben gelegentlich an geeigneter Stelle auf Anwendungen ihrer Forschungen auf physikalische Fragen hingewiesen und auch erkennen lassen, dass sie umgekehrt die anregende Wirkung dieser Fragen auf die mathematische Forschung ebenfalls hoch schätzten.

Frege hielt seine grundlegenden Untersuchungen zum logischen Aufbau der Mathematik grundsätzlich auch auf die Physik anwendbar (vgl. S. 271). Er war aber selbst viel zu sehr mit den mathematisch-logischen Problemen seiner Grundlegung der Arithmetik beschäftigt, als dass er noch einen Blick auf andere Bereiche hätte werfen können. Seine Analyse zur Formulierung des Trägheitsgesetzes war eine Ausnahme und deutete an, wie fruchtbringend die Anwendung seiner Vorstellungen in der

[826] Der zum Sommersemester 1899 berufene Gutzmer wurde hier nicht mit einbezogen, da er im Untersuchungszeitraum noch keine Wirkung hinsichtlich der mathematischen Physik erzielte.

Physik sein konnte. Es scheint höchst fraglich, ob eine im Frege'schen Sinne angelegte Grundlegung der Physik überhaupt möglich oder von Physikern als wünschenswert und sinnvoll angesehen worden wäre. Mit der abgeschwächten Forderung, eine physikalische Theorie ausgehend von gewissen Grundannahmen logisch aufzubauen, setzten sich Physiker durchaus auseinander. Bei Thomae dominierte bei allem Bemühen um aktuelle Forschungsthemen hinsichtlich der mathematischen Physik die Auffassung, die physikalischen Fragen als wichtigen Impulsgeber für neue mathematische Forschungen anzusehen ohne eine eingehende Beschäftigung mit dem physikalischen Hintergrund. Piltz hat zwar in seinen wenigen Publikationen auf die Anwendung seiner zahlentheoretischen Überlegungen und Resultate auf physikalische bzw. astronomische Fragen hingewiesen, dies aber nicht näher ausgeführt, so dass eine Einschätzung seines Standpunktes schwierig ist. Alle drei Mathematiker trugen in unterschiedlichem Maße mit Vorlesungen zur Lehre der mathematischen Physik bei, doch war dieses Fachgebiet über einen langen Zeitraum im Vergleich zur theoretischen Physik und zum Lehrangebot von anderen Universitäten an der Salana eher schwach repräsentiert (vgl. Abschnitt 4.2).

Insgesamt ergibt sich somit ein inhomogenes Bild der Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik. Beide Disziplinen erreichten in den letzten beiden Jahrzehnten eine bessere Repräsentanz an der Salana und konnten den Anschluss an aktuelle Entwicklungslinien herstellen. Auf mathematischem Gebiet entstand dabei mit Freges Arbeiten zur Grundlegung der Arithmetik sogar ein später als bedeutende Spitzenleistung eingeschätzter Beitrag, doch war dies zum damaligen Zeitpunkt noch nicht erkannt und ohne Bezug zur Physik. Die mathematische Physik war in Jena kaum repräsentiert. Sie fand in der Forschung keine, in der Lehre nur unzureichende Beachtung, selbst wenn man annimmt, dass Frege Elemente der mathematischen Physik in seiner «Analytischen Mechanik» mitbehandelte. Die Physiker erreichten in ihren Forschungen im Allgemeinen und speziell in theoretischer Hinsicht ein gutes Niveau. Durch die enge Verbindung zwischen universitärer Forschung und lokaler Industrie auf personaler und struktureller Ebene entstand ein Forschungsschwerpunkt, in dem die Konstruktion und Herstellung optischer Instrumente mit experimenteller Erkundung, theoretischer Be-

arbeitung und technischer Realisierung effizient miteinander verwoben waren.

Auf diesem eng umschriebenen Gebiet nahm Jena eine Spitzenstellung ein. Die Betriebe Zeiss und Schott übernahmen für andere Unternehmer eine Vorbildfunktion, nicht nur durch ihr auf wissenschaftlicher Grundlagenforschung basierendes Betriebsmodell. Die Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik erreichten an der Salana in der Verflechtung mit der Gerätefertigung eine besondere Ausprägung. Dieser Aufschwung wurde wesentlich durch das organisatorische Geschick von Abbe initiiert. Der Rückfluss von Teilen der im Zeiss-Werk durch die Verwertung der wissenschaftlichen Resultate erzielten Gewinne in die universitäre Forschung ermöglichte den raschen Aufschwung und trug wesentlich dazu bei, nicht nur den Forschungsschwerpunkt zu schaffen, sondern auch längerfristig zu sichern. Abbes weitsichtige Gestaltung dieses Finanzierungsmodells verschaffte der Physik und der Mathematik, aber auch anderen an der Salana vertretenen Fächern eine gute Basis auf dem Weg ins 20. Jahrhundert.

Anhang: Verzeichnis der Vorlesungen zur mathematischen und theoretischen Physik (Sommersemester 1816 bis Wintersemester 1900/01)

Das Verzeichnis beruht für den Zeitraum von 1816 bis 1854 auf der Abhandlung [Neuper 2003] und für die Zeit danach auf den Vorlesungsverzeichnissen. Sämtliche Vorlesungen zur mathematischen und theoretischen Physik, inklusive Mechanik, die im Untersuchungszeitraum angekündigt wurden und unseren Kriterien (vgl. Kap. 4) entsprachen, sind im Folgenden chronologisch aufgeführt. Auf ihnen gründen sich die statistische Erfassung der Vorlesungstätigkeit und die Diagramme zur Lehre.

Zusätzlich wurden einige Veranstaltungen aufgenommen, welche thematisch verwandt sind, aber aus verschiedenen Gründen statistisch nicht verwertet wurden. Diese sind mit einem Stern * versehen. Außerdem wurde soweit als möglich in den Quästurakten[827] geprüft, ob die hier aufgeführten Vorlesungen stattgefunden haben. Falls dies nicht der Fall war, so sind diese mit [#] versehen, andernfalls ist die Anzahl der Teilnehmer in eckigen Klammern vermerkt. Fehlen derartige Angaben im Anhang, so konnte die Prüfung nicht durchgeführt werden, weil die entsprechenden Akten fehlten oder nur in ungeeigneter Form vorlagen. Wenn eine starke Abweichung zwischen dem angekündigten Titel bzw. Dozenten und dem in den Quästurakten erfassten Titel bzw. Dozenten auftrat, wurden letztere in eckigen Klammern hinzugefügt.

[827] Rechnungs-Manual bzw. Contobuch etc., UAJ, G/I 6 – 393. Die Tabellierung beginnt im Sommersemester 1819.

Eine Vorlesung, die nur in den Quästurakten erschien, wurde in eckigen Klammern hinzugenommen.

Bei der Darstellung des Verzeichnisses wurde wie folgt vorgegangen: Die Schreibweise der Veranstaltungstitel wurde, abgesehen von der Auflösung einiger Abkürzungen, unverändert aus den Quellen übernommen. Die im Zeitraum von 1854 bis 1866 auftauchenden lateinischen Titel wurden sinngemäß ins Deutsche übersetzt, wobei das lateinische Original eventuell zusammen mit starken Titelabweichungen in der deutsch geführten Quästurakte in eckigen Klammern hinzugefügt wurde. Die Namen der Dozenten wurden vereinheitlicht. Titel, seien es akademische oder andere, wurden grundsätzlich nicht aufgenommen. Die mit * versehenen Veranstaltungen finden sich am Ende der Veranstaltungsliste eines Semesters.

Sommersemester 1816

*Reine Mathematik mit Geodäsie verbunden nach seinem Handbuch, J. H. Voigt

*Die angewandte Mathematik mit vorausgeschickter Einleitung in die höhere Mathematik nach eigenen Sätzen, J. H. Voigt

*Physisch-mathematische Geographie nach Mayer, J. H. Voigt

Wintersemester 1816/17

*Reine Mathematik mit Geodäsie verbunden nach seinem Handbuch, J. H. Voigt

*Die Elemente der reinen und angewandten Mathematik nach Lorenz, C. D. Münchow

*Die mechanischen und optischen Theile der angewandten Mathematik nach eigenen Sätzen mit einer kurzen Einleitung in die höhere Mathematik, J. H. Voigt

*Naturphilosophie nach seinem Lehrbuche, L. Oken

Sommersemester 1817

*Die angewandte Mathematik mit vorausgeschickter Einleitung in die höhere Mathematik nach eigenen Sätzen, J. H. Voigt

*Reine Mathematik mit Geodäsie, J. H. Voigt

*Physisch-mathematische Geographie nach Mayer, J. H. Voigt

*Naturphilosophie nach seinem Lehrbuche, L. Oken

Wintersemester 1817/18

*Reine Mathematik mit Geodäsie verbunden, J. H. Voigt

*Angewandte Mathematik mit vorausgeschickter Einleitung in die höhere Mathematik nach eigenen Sätzen, J. H. Voigt

*Reine Mathematik mit Geodäsie verbunden, C. D. Münchow
*Naturphilosophie, L. Oken

Sommersemester 1818
*Reine Mathematik mit Geodäsie verbunden, J. H. Voigt
*Die mechanischen und optischen Theile der angewandten Mathematik nach eigenen Sätzen mit einer kurzen Einleitung in die höhere Mathematik, J. H. Voigt
*Physisch-mathematische Geographie nach Mayer, J. H. Voigt

Wintersemester 1818/19
*Die angewandte Mathematik mit vorausgeschickter Einleitung in die höhere Mathematik nach eigenen Sätzen, J. H. Voigt
*Naturphilosophie, L. Oken

Sommersemester 1819
*Reine Mathematik mit Geodäsie verbunden, nebst den Theilen der angewandten, deren Gegenstand Mechanik und Optik ist, mit vorausgeschickter Einleitung in die Algebra, die Infinitesimalrechnung und die höhere Geometrie nach eigenen Sätzen, J. H. Voigt
*Physisch-mathematische Geographie nach Mayer, J. H. Voigt
*Probabilitäts-Calcul, J. F. C. Werneburg

Wintersemester 1819/20
*Reine Mathematik mit Geodäsie verbunden, nebst den Theilen der angewandten, deren Gegenstand Mechanik und Optik ist, mit kurzer Einleitung in die höhere Mathematik nach eigenen Sätzen, J. H. Voigt

Sommersemester 1820
*Reine Mathematik mit Geodäsie verbunden, nebst den Theilen der angewandten, deren Gegenstand Mechanik und Optik ist, mit einer Einleitung in die höhere Mathematik, nach eigenen Sätzen, J. H. Voigt
*Angewandte Mathematik nebst einer Einleitung in die höhere und reine Mathematik mit Geodaesie verbunden, nach eigenen Sätzen, J. H. Voigt
*Physisch-mathematische Geographie, J. H. Voigt

Wintersemester 1820/21
*Angewandte Mathematik nebst einer Einleitung in die höhere und reine Mathematik mit Geodäsie verbunden, nach eigenen Sätzen, J. H. Voigt [#]
*Angewandte Mathematik nach Poppe, J. F. C. Werneburg [#]

Sommersemester 1821
*Reine Mathematik mit Geodäsie verbunden, nebst den Theilen der angewandten, deren Gegenstand Mechanik und Optik ist, mit einer Einleitung in die höhere Mathematik, nach eigenen Sätzen, J. H. Voigt
*Physisch-mathematische Geographie, nach Mayer, J. H. Voigt
*Angewandte Mathematik, nach Poppe, J. F. C. Werneburg

Wintersemester 1821/22
Die mechanischen Wissenschaften nach Lorenz, L. Wahl
*Reine Mathematik mit Geodäsie verbunden, nebst den Theilen der angewandten, deren Gegenstand Mechanik und Optik ist, mit einer Einleitung in die höhere Mathematik, nach eigenen Sätzen, J. H. Voigt
*Angewandte Mathematik, nach Poppe, J. F. C. Werneburg

Sommersemester 1822
*Angewandte Mathematik, J. H. Voigt
*Angewandte Mathematik, J. F. C. Werneburg

Wintersemester 1822/23
*Reine Mathematik mit Geodäsie verbunden, nebst den Theilen der angewandten, deren Gegenstand Mechanik und Optik ist, mit einer Einleitung in die höhere Mathematik, nach eigenen Sätzen, J. H. Voigt
*Angewandte Mathematik, nach Poppe, J. F. C. Werneburg

Sommersemester 1823
*Reine Mathematik, in Verbindung mit Geodäsie, J. H. Voigt
*Angewandte Mathematik, J. H. Voigt
*Angewandte Mathematik nach Poppe, J. F. C. Werneburg
*Angewandte Mathematik nach Lorenz, L. Wahl

Wintersemester 1823/24
Aerostatik [Aerometrie], L. Wahl [8]
*Reine Mathematik mit Geodäsie verbunden, nebst den Theilen der angewandten, deren Gegenstand Mechanik und Optik ist, mit einer Einleitung in die höhere Mathematik, nach eigenen Sätzen, J. H. Voigt [#]
*Angewandte Mathematik, nach Poppe, J. F. C. Werneburg [#]

Sommersemester 1824
Die mechanischen Theile der angewandten Mathematik, L. Wahl [#]
*Die Anfangsgründe der Arithmetica probablium [Analysis Wahrscheinlichkeits Rechn[ung]], J. F. Fries [6]
*Mathematische Geographie, J. F. C. Werneburg [#]
*Die mechanischen, optischen und astronomischen Theile der angewandten Mathematik nach Poppe, J. F. C. Werneburg [#]

Wintersemester 1824/25
Die mechanischen Theile der angewandten Mathematik, L. Wahl [10]
*Die Anfangsgründe der Arithmetica probablium [Arithmetik], J. F. Fries [3]
*Die mathematische Geographie und populäre Astronomie, J. F. C. Werneburg [#]
*Angewandte Mathematik, nach Poppe, J. F. C. Werneburg [#]

Wintersemester 1829/30
*Angewandte Mathematik, J. F. Fries [#]

Sommersemester 1830
Die mathematischen Elemente der Physik, in Verbindung mit den Elementen der angewandten Mathematik, J. F. Fries [#]

Sommersemester 1831
Die mathematischen Elemente der Physik, nebst angewandter Mathematik, J. F. Fries [#]

Wintersemester 1831/32
Die mathematischen Elemente der Physik, nebst den Grundlehren der angewandten Mathematik, J. F. Fries [#]

Sommersemester 1832
Mathematische Physik und angewandte Mathematik, J. F. Fries [#]

Wintersemester 1832/33
*Ueber den Werth und das Studium der Naturwissenschaften, C. G. Schüler [#]

Sommersemester 1833
Mathematische Physik und angewandte Mathematik, J. F. Fries [#]

Wintersemester 1833/34
*Astronomie und physische und mathematische Geographie, J. F. Fries [#]

Sommersemester 1834
Mathematische Physik und angewandte Mathematik, J. F. Fries [#]

Wintersemester 1834/35
*Angewandte Mathematik, J. F. Fries [#]

Sommersemester 1835
Mathematische Physik und angewandte Mathematik, J. F. Fries [7]

Sommersemester 1836
Mathematische Physik und angewandte Mathematik, J. F. Fries [#]
*Theoretische und Experimental-Physik nebst physischer Geographie, G. Suckow [18]

Wintersemester 1836/37
*Mathematische und physische Geographie [Angewandte Mathematik und Technologie], A. Temler [3]

Sommersemester 1837
Mathematische Physik und angewandte Mathematik, J. F. Fries [#]
*Theoretische und Experimental-Physik mit vorauszuschickender Encyklopädie der physikalischen Wissenschaften [Experimentalphysik], G. Suckow [4]

Wintersemester 1837/38
Der mathematische und physikalische Theil der Krystallographie, G. Suckow [#]

Sommersemester 1838
Die mathematischen Principien der Krystallographie, G. Suckow [#]
*Elemente der angewandten Mathematik, J. F. Fries [#]
*Theoretische und Experimental-Physik [Experimentalphysik], G. Suckow [3]

Sommersemester 1839
*Elemente der angewandten Mathematik, J. F. Fries [#]
*Mathematische und physische Geographie, G. Suckow [11]
*Theoretische und Experimental-Physik [Experimentalphysik und Encyklopaedie der Naturwissenschaften], G. Suckow [8]

Wintersemester 1839/40
Die mathematischen Principien der Optik, G. Suckow [7]
*Encyklopädie und Methodologie der Naturwissenschaften (in Verbindung mit Physik), nach seinem Lehrbuche, G. Suckow [#]
*Mathematische und physische[?] Geographie, E. F. Apelt [23]

Sommersemester 1840
*Elemente der angewandten Mathematik, J. F. Fries [#]
*Theoretische und Experimental-Physik, nach seinem Lehrbuche: «System der Physik» usw. (Darmstadt, 1840) [Physik], G. Suckow [8]

Wintersemester 1840/41
*Theoretische und Experimental-Physik, nach seinem «System der Physik» (Darmstadt, 1840) [Experimentalphysik], G. Suckow [13]

Sommersemester 1841
Mathematische Physik, E. E. Schmid [#]
Die Grundlehren der reinen und der vorzüglich auf Krystallographie angewandten Mathematik, G. Suckow [#]
*Mathematische und physische[?] Geographie, E. F. Apelt [#]

Wintersemester 1841/42
Die Lehre vom Magnetismus und von der Elektricität, E. E. Schmid [14]
*Die Grundzüge der reinen und angewandten Mathematik, G. Suckow [#]
*Theoretische Experimental-Physik, nach seinem «System der Physik» Darmstadt, 1840, G. Suckow [#]

Sommersemester 1842
*Mathematische und physische Geographie, E. F. Apelt [20]

Wintersemester 1842/43
Mathematische Physik, E. E. Schmid [#]
*Naturphilosophie, E. F. Apelt [10]

Sommersemester 1843
*Mathematische und physikalische Geographie, G. Suckow [#]
[*Naturphilosophie, E. F. Apelt [#]]

Wintersemester 1843/44
Encyklopädie der mathematischen und physikalischen Wissenschaften, G. Suckow [#]

Sommersemester 1844
Encyklopädie der mathematischen und physikalischen Wissenschaften, G. Suckow [#]
*Mathematische Naturphilosophie, E. F. Apelt [#]

Sommersemester 1845
Die Theorie des Lichts und der Farben, K. Snell [6]
Der mathematische Theil der Optik, E. E. Schmid [#]
*Mathematische Naturphilosophie, E. F. Apelt [#]

Wintersemester 1845/46
Allgemeine Mineralogie mit mathematischer Krystallographie und Geognosie [Mineralogie], G. Suckow [#]
Analytische Mechanik, O. Schlömilch [6]

Sommersemester 1846
Die Lehre vom Licht und den Farben [Optik, analytische], K. Snell [2]
*Die Wahrscheinlichkeitsrechnung, O. Schlömilch [8]

Wintersemester 1848/49
Analytische Mechanik, O. Schlömilch [#]

Sommersemester 1849
Lehre von der Wellenbewegung mit Anwendung auf die Beugung des Lichts, K. Snell [6]

Sommersemester 1850
Anwendung des Infinitesimalcalcüls auf Geometrie und Mechanik, K. Snell [4]

Sommersemester 1851
Die Anwendung des Infinitesimalcalcüls auf Geometrie und Mechanik, K. Snell [3]
Analytische Theorie der Wellenbewegung, K. Snell [3]

Wintersemester 1851/52
Analytische Theorie der Wellenbewegung, H. Schaeffer [#]
*Trigonometrie und Stereometrie mit Rücksicht auf Crystallographie [Trigonometrie], H. Schaeffer [20]
[Krystallographie, G. Suckow [#]]

Sommersemester 1852
Anwendung des Infinitesimalcalcüls auf Geometrie und Mechanik, K. Snell [6]
Analytische Theorie der Wellenbewegung, K. Snell [6]
Mathematische Anfangsgründe der Crystallographie, G. Suckow [#]

Wintersemester 1853/54
Analytische Mechanik, K. Snell [5]

Sommersemester 1854
Analytische Theorie des Lichtes und der Farben [Wellenbewegung], K. Snell [2]

Wintersemester 1854/55
Elektrodynamik [Electrodynamica], K. Snell [5]
*Physikalische Enzyklopädie und Methodologie, in welcher der Umfang der physikalischen Wissenschaften, Argumente, Hilfsmittel und Methoden für das richtige Lernen und Behandeln erklärt werden [Encyclopaedia et methodologia physica, in qua disciplinarum physicarum ambitus, argumenta, subsidia recteque discendi tractandique rationes explicabuntur], G. Suckow [#]

Sommersemester 1855
Elektrodynamik, Teil 2 [Electrodynamica P. 2], K. Snell [3]

Wintersemester 1855/56
Analytische Mechanik [Mechanica analytica, Höhere Mechanik], K. Snell [4]

Sommersemester 1856
Elektrodynamik [Electrodynamica, Galvanismus und Electrodynamik], K. Snell [7]

Sommersemester 1857
Lehre über das mechanische Wärmeäquivalent [Doctrina de calore effectui mechanico aequivalente], K. Snell [7]
Galvanismus und Elektrodynamik [Galvanismus et Electrodynamica], K. Snell [9]

Wintersemester 1857/58
Analytische Mechanik [Mechanica analytica], K. Snell [5]

Sommersemester 1858
Analytische Optik [Optica analytica], K. Snell [5]

Wintersemester 1858/59
Analytische Mechanik [Mechanica analytica], K. Snell [#]
*Physikalische Enzyklopädie und Methodologie, d. i. das Gebiet der Naturlehre, die Argumente und die Methode des Lernens [Encyclopaedia et

methodologia physica h.e. doctrinarum naturalium orbem, argumentum discendique rationem], G. Suckow [#]

Sommersemester 1859
Analytische Mechanik [Mechanica analytica], K. Snell [5]
Theorie des mechanischen Wärmeäquivalents [Theoria caloris mechanico effectui aequivalentis, Mechanische Wärmetheorie], K. Snell [9]

Sommersemester 1860
Elektrodynamik und Galvanismus [Electrodynamica et Galvanismus], K. Snell [8]

Wintersemester 1860/61
Analytische Mechanik [Mechanica analytica], K. Snell [4]

Sommersemester 1861
Mechanische Wärmetheorie [Theoria mechanica caloris], K. Snell [2]

Sommersemester 1862
Analytische Mechanik [Mechanica analytica], K. Snell [10]
Galvanismus [Galvanismus], K. Snell [#]

Wintersemester 1862/63
Mechanische Probleme [Problemae mechanicae], K. Snell [#]
[Analytische Optik, K. Snell [8]]

Sommersemester 1863
Analytische Mechanik [Mechanica analytica], K. Snell [7]
Mechanische Wärmetheorie [Theoria mechanica caloris], K. Snell [9]

Wintersemester 1863/64
[Lehre von der Bewegung fester Körper, E. Abbe [6]]

Sommersemester 1864
Analytische Mechanik, Teil 1 [Mechanicae analyticae pars prior], K. Snell [6]
Analytische Optik [Optica analytica], K. Snell [6]
Mechanik nicht starrer Systeme [Mechanica systematum non rigidorum], E. Abbe [5]

Wintersemester 1864/65
Mechanik fester Körper [Mechanica corporum solidorum], E. Abbe [5]

Sommersemester 1865
Analytische Mechanik, Teil 1 [Mechanicae analyticae pars prior, Höhere Mechanik], K. Snell [5]
Mechanische Wärmetheorie [Theoria caloris mechanica], K. Snell [4]

Wintersemester 1865/66
Mathematische Grundlagen der Theorie der Gravitation, der Elektrizität und des Magnetismus [Theoriae gravitationis, electricitatis atque magnetismi fundamenta mathematica], E. Abbe [3]

Sommersemester 1866
Analytische Mechanik, Theil 1, K. Snell [7]
Lehre vom Galvanismus, K. Snell [7]
Ueber die Methode der kleinsten Quadrate, E. Abbe [7]

Wintersemester 1866/67
Beugung des Lichtes, K. Snell [7]
Mechanik fester Körper, E. Abbe [4]

Sommersemester 1867
Analytische Mechanik, Theil I, K. Snell [#]
Mechanische Wärmelehre, K. Snell [#]
Theorie der Gravitation, der Elektricität und des Magnetismus, E. Abbe [4]

Wintersemester 1867/68
Analytische Mechanik, Fortsetzung [ohne: Fortsetzung], K. Snell [6]

Sommersemester 1868
Analytische Mechanik, K. Snell [5]
Mechanik fester Körper, E. Abbe [3]
Lehre von der Beugung des Lichts, K. Snell [7]

Wintersemester 1868/69
Analytische Mechanik, II. Teil, K. Snell [4]

Sommersemester 1869
Mathematische Theorie der Gravitation, der Elektricität und des Magnetismus, E. Abbe [4]
[Höhere Mechanik, K. Snell [6]]

Wintersemester 1869/70
Theorie der Bewegung fester Körper, E. Abbe [4]
Galvanismus und Elektrodynamik, E. Abbe [3]

Sommersemester 1870
Analytische Mechanik, K. Snell [10]
Lehre von der Beugung des Lichts [Analytische Optik], K. Snell [7]
Ausgewählte Capitel aus der Mechanik und Physik, E. Abbe [2]

Wintersemester 1870/71
Mechanik der festen Körper, E. Abbe [4]
Mathematische Theorie der Gravitation, der Elektricität und des Magnetismus, E. Abbe [#]
*Die Fundamentallehren der mechanischen Physik, K. Snell [26]

Sommersemester 1871
Analytische Mechanik, Theil 1, K. Snell [10]
Mathematische Theorie der Gravitation, der Elektricität und des Magnetismus, E. Abbe [3]

Wintersemester 1871/72
Analytische Mechanik, Theil 2 [Höhere Mechanik], K. Snell [7]
Mechanik der festen Körper, E. Abbe [3]

Sommersemester 1872
Beugung des Lichtes [Analytische Optik], K. Snell [8]
Galvanismus und Elektrodynamik, E. Abbe [2]

Wintersemester 1872/73
Analytische Mechanik, K. Snell [1]
Mathematische Theorie der Gravitation, der Elektricität und des Magnetismus, E. Abbe [6]
*Principien und Grundlehren der mechanischen Physik, K. Snell [54]

Sommersemester 1873
Analytische Optik, K. Snell [7]
Mechanik fester Körper, E. Abbe [4]

Wintersemester 1873/74
Analytische Mechanik, K. Snell [10]
Galvanismus und Elektrodynamik, E. Abbe [7]

Sommersemester 1874
Mechanik fester Körper, E. Abbe [4]
*Principien und Grundlehren der mechanischen Physik, K. Snell [#]
*Dioptrik und Theorie der optischen Instrumente, E. Abbe [8]

Wintersemester 1874/75
Analytische Mechanik, Theil I, K. Snell [4]
Mathematische Theorie der Gravitation, der Elektricität und des Magnetismus, E. Abbe [4]
*Principien und Grundlehren der mechanischen Physik, K. Snell [22]
*Ueber die Methode der Naturforschung, für Hörer aller Facultäten, E. Hallier [#]
*Ueber einige Grundprobleme der gegenwärtigen Naturwissenschaft, W. T. Preyer [7]

Sommersemester 1875
Analytische Mechanik, Theil II, K. Snell [G. Frege] [5]
Analytische Optik, K. Snell [E. Abbe] [10]
Mechanik der festen Körper, E. Abbe [5]

Wintersemester 1875/76
Analytische Mechanik, Theil I, K. Snell [#]
Mathematische Theorie der Gravitation, der Elektricität und des Magnetismus, E. Abbe [5]
*Principien der mechanischen Physik, K. Snell [39]
*Dioptrik und Theorie der optischen Instrumente, E. Abbe

*Ueber absolute Maassbestimmungen, E. Abbe [9]
*Leitung des Disputatoriums für Naturphilosophie und Methode der Naturforschung, E. Hallier [#]

Sommersemester 1876
Analytische Mechanik, K. Snell [17]
Methode der kleinsten Quadrate, E. Abbe [8]
Galvanismus und Elektrodynamik, E. Abbe [6]
Einleitung in die mechanische Theorie der Wärme, P. Langer [8]

Wintersemester 1876/77
Analytische Mechanik, Theil II, K. Snell [14]
Mechanik fester Körper, E. Abbe [8]
*Principien und Grundlehren der mechanischen Physik, K. Snell [68]
*Wahrscheinlichkeitsrechnung, P. Langer [3]
[Theorie der Electricität etc., E. Abbe [10]]

Sommersemester 1877
Analytische Mechanik, Theil I, K. Snell [15]
Mathematische Optik, Theil I (mit optischen Uebungen), E. Abbe [17]

Wintersemester 1877/78
Analytische Mechanik, Theil II, K. Snell [15]
Mathematische Optik, Theil II (Interferenz und Beugung), E. Abbe [17]
Mathematische Theorie der Gravitation, der Elektricität und des Magnetismus, E. Abbe [12]

Sommersemester 1878
Analytische Mechanik, Theil 1, K. Snell [G. Frege] [14]
Mechanik der festen Körper, E. Abbe [7]

Wintersemester 1878/79
Theorie der Gravitation, der Elektricität und des Magnetismus, E. Abbe [11]
*Principien und Grundlehren der mechanischen Physik, K. Snell [#]

Sommersemester 1879
Mechanik der festen Körper, E. Abbe [8]
Einleitung in die analytische Optik, E. Abbe [12]
Analytische Mechanik, G. Frege [12]
*Die Principien und Grundlehren der mechanischen Physik, K. Snell [#]

Wintersemester 1879/80
Methode der kleinsten Quadrate, E. Abbe [17]
Mathematische Theorie der Gravitation, der Elektricität und des Magnetismus, E. Abbe [8]
*Allgemeine Physik oder Principien und Grundlehren der mechanischen Physik, K. Snell [#]

Sommersemester 1880
Analytische Mechanik, G. Frege [15]
*Dioptrik und Theorie der optischen Instrumente, E. Abbe [17]

Wintersemester 1880/81
Mechanik der festen Körper, E. Abbe [15]
*Principien und Grundlehren der mechanischen Physik, K. Snell [32]
*Theorie der physikalischen Maasse (absolute Maassbestimmung), E. Abbe [20]

Sommersemester 1881
Fouriersche Wärmetheorie [als 1. Teil der analytischen Mechanik], J. Thomae [14]
Theorie der Gravitation, der Elektricität und des Magnetismus, E. Abbe [10]

Wintersemester 1881/82
Methode der kleinsten Quadrate, E. Abbe [12]
*Dioptrik und Theorie der optischen Instrumente, E. Abbe [14]

Sommersemester 1882
Einleitung in die analytische Optik, E. Abbe [12]
Analytische Mechanik, G. Frege [9]

Wintersemester 1882/83
Einleitung in die mathematische Theorie der Gravitation, der Electricität und des Magnetismus, E. Abbe [9]
Analytische Mechanik, Theil II, G. Frege [4]
*Allgemeine Physik oder Prinzipien und Grundlehren der mechanischen Physik, K. Snell [#]
*Ueber die absoluten Maasse der Physik, E. Abbe [12]

Sommersemester 1883
Fouriersche Reihen und Wärmetheorie, J. Thomae [17]
Ausgewählte Capitel aus der mathematischen Physik, L. Sohncke [18]
Analytische Mechanik, G. Frege [7]
*Dioptrik und Theorie der optischen Instrumente, E. Abbe [6]

Wintersemester 1883/84
Einleitung in die Statik und Dynamik der Flüssigkeiten, L. Sohncke [15]
Mechanische Wärmetheorie, L. Sohncke [23]
Mechanik der festen Körper, E. Abbe [5]
Methode der kleinsten Quadrate, E. Abbe [5]

Sommersemester 1884
Einleitung in die mathematische Theorie der Gravitation, der Elektricität und des Magnetismus, E. Abbe [4]
Analytische Mechanik, G. Frege [2]

Wintersemester 1884/85
Einleitung in die analytische Optik, E. Abbe [6]
Analytische Mechanik, Theil II, G. Frege [#]

Sommersemester 1885
Elasticität, J. Thomae [10]
Theorie der krystallisirten Körper, L. Sohncke [27]
Analytische Mechanik, G. Frege [11]
*Mathematische Geographie und Kartenprojektion, J. Thomae

Wintersemester 1885/86
Methode der kleinsten Quadrate, E. Abbe [#]
Einleitung in die mathematische Theorie der Gravitation, der Electricität und des Magnetismus, E. Abbe [7]
Analytische Mechanik, Theil II, G. Frege [4]
*Einleitung in die Meteorologie, L. Sohncke [10]
*Wahrscheinlichkeitsrechnung, A. Piltz [2]

Sommersemester 1886
Methode der kleinsten Quadrate, E. Abbe [7]
Analytische Mechanik, G. Frege [3]
*Dioptrik und Theorie der optischen Instrumente, E. Abbe

Wintersemester 1886/87
*Absolute Maasse, E. Abbe [#]

Sommersemester 1887
Fourier'sche Wärmetheorie, J. Thomae [5]
Einleitung in die Theorie des Lichts, E. Abbe [6]
Analytische Mechanik, G. Frege [6]
*Ueber absolute Maasse, E. Abbe [5]

Wintersemester 1887/88
Methode der kleinsten Quadrate, E. Abbe [7]
Theorie der Gravitation, der Elektricität und des Magnetismus, E. Abbe [8]
Das Problem der drei Körper, A. Piltz [#]
*Meteorologie, A. Winkelmann [27]

Sommersemester 1888
Analytische Mechanik, G. Frege [4]
*Dioptrik und Theorie der optischen Instrumente, E. Abbe [#]

Wintersemester 1888/89
Analytische Mechanik, II, G. Frege [5]
Mechanik fester Körper, A. Piltz [#]
*Dioptrik und Theorie der optischen Instrumente, E. Abbe [4]

Sommersemester 1889
Elasticität, J. Thomae [5]
Methode der kleinsten Quadrate, E. Abbe [#]
Analytische Mechanik, G. Frege [3]

Wintersemester 1889/90
[Mathematische Akustik, F. Auerbach [6]]
[Theoretische Physik, F. Auerbach [5]]

Sommersemester 1890
Analytische Mechanik, G. Frege [4]
Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, F. Auerbach [3]
Ueber das Dreikörperproblem, A. Piltz [#]

Wintersemester 1890/91
Kinetische Gastheorie für Chemiker, Physiker und Mathematiker, F. Auerbach [17]
Mechanische Wärmetheorie, F. Auerbach [5]
Problem der drei Körper, A. Piltz [#]
*Dioptrik und Theorie der optischen Instrumente, E. Abbe [5]

Sommersemester 1891
Analytische Mechanik, G. Frege [1]
Erdmagnetismus, F. Auerbach [1]
Theorie der Elasticität, F. Auerbach [4]
*Differential- und Integralrechnung für Naturwissenschaftler, A. Piltz [2]

Wintersemester 1891/92
Ausgewählte Kapitel der Lichttheorie, F. Auerbach [#]
Grundlagen der theoretischen Physik, F. Auerbach [6]
Das Dreikörperproblem, A. Piltz [#]
*Ueber mechanische und teleologische Naturerklärung, F. Erhardt [18]

Sommersemester 1892
Analytische Mechanik, G. Frege [4]
Mechanik der starren Körper und der Flüssigkeiten, F. Auerbach [2]
Theorie der Schallschwingungen, F. Auerbach [1]

Wintersemester 1892/93
Diffusion des Lichts, E. Abbe [#]
Analytische Mechanik II, G. Frege [3]
Potentialtheorie mit Anwendung auf Schwere, Elektrizität und Magnetismus, F. Auerbach [3]
*Mathematische Geographie, J. Thomae [2]
*Elemente der höheren Mathematik für Nicht-Mathematiker (Naturforscher, Philosophen, Mediziner), F. Auerbach [5]

Sommersemester 1893
Analytische Mechanik, G. Frege [2]
Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, F. Auerbach [3]

Wintersemester 1893/94
Mechanische Wärmetheorie, F. Auerbach [#]
Gastheorie, auch für Chemiker, F. Auerbach [2]
Interpolationsrechnung, O. Knopf [#]
*Absolute Maasse, R. Straubel [#]

Sommersemester 1894
Analytische Mechanik, G. Frege [#]
Einführung in die mathematische Physik, F. Auerbach [4]
Mechanische Wärmetheorie, F. Auerbach [#]
*Elemente der Geodäsie, R. Straubel [#]
*Geophysik [Mathematische Geographie], R. Straubel [12]

Wintersemester 1894/95
Mechanische Wärmetheorie, F. Auerbach [2]
Kolloquium über die Grundbegriffe der mathematischen Physik, F. Auerbach
Erdmagnetismus, F. Auerbach [#]
Analytische Mechanik, A. Piltz [#]
Methode der kleinsten Quadrate, O. Knopf [1]

Sommersemester 1895
Analytische Mechanik, G. Frege [4]
Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, F. Auerbach [7]
Elektromagnetische Wellentheorie, R. Straubel [4]
*Mathematische Geographie, J. Thomae [4]
*Kolloquium über die physikalischen Grundbegriffe [Physikalisches Kolloquium], F. Auerbach [6]

Wintersemester 1895/96
Einführung in die theoretische Physik, F. Auerbach [3]
Elastizitätstheorie, F. Auerbach [3]
Kolloquium über die Methoden der theoretischen Physik, F. Auerbach
Dreikörperproblem, A. Piltz [#]
Interpolationsrechnung, O. Knopf [3]
Optik vom Standpunkte der elektro-magnetischen Theorie aus, R. Straubel [3]
Theorie der Capillarität, R. Straubel [3]
*Anfangsgründe der höheren Mathematik (Differential- und Integralrechnung, analytische Geometrie) für Nichtmathematiker, F. Auerbach
*Geophysik, R. Straubel [#]

Sommersemester 1896
Analytische Mechanik, G. Frege [3]

Mechanik der Flüssigkeiten und Gase, F. Auerbach [5]
Potentialtheorie, F. Auerbach [4]
*Physikalisches Kolloquium, F. Auerbach [2]
*Mathematische Geographie in elementarer Darstellung, O. Knopf [5]
*Ueber mechanische und teleologische Naturerklärung, F. Erhardt [16]

Wintersemester 1896/97
Einführung in die theoretische Physik (Begriffe, Prinzipien, Methoden) auch für Nichtmathematiker, F. Auerbach [8]
Mechanische Wärmetheorie, F. Auerbach [3]
Methode der kleinsten Quadrate, O. Knopf [4]
Ausgewählte Kapitel der Lehre vom Licht, R. Straubel [3]
*Physikalisches Kolloquium, F. Auerbach [#]

Sommersemester 1897
Analytische Mechanik, G. Frege [7]
Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, F. Auerbach [6]
Grundlagen der Elektrizitätslehre, R. Straubel [1]
*Physikalische Besprechungen, F. Auerbach [#]

Wintersemester 1897/98
Fouriersche Wärmetheorie, J. Thomae [2]
Diffraktion des Lichts, E. Abbe [5]
Einführung in die theoretische Physik und in die Naturforschung im Allgemeinen (Begriffe, Prinzipien, Methoden), F. Auerbach [5]
Interpolationsrechnung, O. Knopf [3]
Grundlagen der Elektrizitätslehre, R. Straubel [2]

Sommersemester 1898
Analytische Mechanik, G. Frege [2]
Potentialtheorie, F. Auerbach [5]
Theorie der Elastizität, F. Auerbach [5]
Thermodynamik, R. Straubel [3]
Mechanische Quadratur, O. Knopf [1]

Wintersemester 1898/99
Theorie des Schalles, F. Auerbach [4]
Elementare Einführung in die theoretische Physik und die exakte Naturlehre überhaupt (Definitionen, Prinzipien, Methoden), F. Auerbach [4]
Physik der Kristalle, R. Straubel [7]
Methode der kleinsten Quadrate, O. Knopf [#]

Sommersemester 1899
Analytische Mechanik, G. Frege [3]
Wärmetheorie, F. Auerbach [5]

Molekulartheorie der Gase und Lösungen, F. Auerbach [5]
Grundzüge der geometrischen und physischen Optik, R. Straubel [4]

Wintersemester 1899/1900
Analytische Mechanik, Teil II, G. Frege [2]
Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, F. Auerbach [5]
Methode der kleinsten Quadrate, O. Knopf [4]
*Mathematische Geographie, J. Thomae [3]
*Das absolute Masssystem, F. Auerbach [3]

Sommersemester 1900
Einführung in die theoretische Physik (Begriffe, Prinzipien, Methoden), F. Auerbach [6]
Störungstheorie, O. Knopf [1]

Wintersemester 1900/01
Mechanik – starre und feste Körper, Flüssigkeiten und Gase, F. Auerbach [7]
Optik (mit Kolloquium), R. Straubel [8]
Interpolationsrechnung und mechanische Quadratur, O. Knopf [6]

Literatur und Quellen

Das folgende Verzeichnis enthält alle ausgewerteten Akten. Die im Text behandelten Ereignisse sind meist 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 und die Angabe einheitlich gestaltet.

Archivalien

Universitätsarchiv Jena (UAJ)

Bestand A

Nr. 354a: Prorectorats-Registrande. 1829 bis 1838.

Nr. 364: Acta academica, die von den Herren Dekanen der eintz[elnen?] Fakultäten gemachte Anzeige dessen [?, was] von Zeit zu Zeit in ihren Fakultäten [vor?-] gekommen, betreffend. [1825 – 1833].

Nr. 421b: Acta academica generalia, die Aufnahme der Privatdocenten auf hiesiger Gesammt-Universitaet betr. Jena 1818[– 1823]. Vol. I.

Nr. 422: Acta academica, die Aufnahme der Privatdocenten betreffend. 1825 bis 1831. Vol II.

Nr. 422a: Acta academica, die Aufnahme der Privatdocenten betreffend. Jena 1831 – 1835. Vol. III.

Nr. 427: Acta academica, die beabsichtigte Aufhebung der Nominal-Professuren betr. Jena 1817.

Nr. 609: Acta academica, die von Serenissimis Nutritoribus dem Herrn Professor an dem Gymnasium in Gotha, Voigt gnädigst conferirte durch das Ableben

des Herrn KammerRath und Professor Wiedeburg erledigte Lehrstelle der Mathematik betr. 1789.

Nr. 648: Acta academica, die den Herrn Doctor von Münchow conferirte ausserordentliche Professur der Mathematik betr. Jena 1819[– 1820].

Nr. 660: Acta academica, die durch den Abgang des Herrn Professors D. von Münchow nach Bonn eingetretene Erledigung der Professur der Astronomie und deren Wiederbesetzung betr. Jena 1819.

Nr. 662: Acta academica, das Gesuch des Herrn Doctors Werneburg, um Ertheilung einer außerordentl. Professur der Philosophie, bei der hiesigen Gesammt-Universitaet betr. Jena 1819.

Nr. 670: Acta academica, die Anstellung des Herrn Professor Dr. Osann, als außerordentlicher Professor bey der philosophischen Fakultaet betr. Jena 1821[– 1825].

Nr. 673: Acta academica, die Berufung eines Professors der Philosophie an die Stelle des Herrn Hofraths D. Fries betreffend. Jena 1822[– 1824].

Nr. 675: Acta academica, die Conferirung des durch das Ableben des Herrn Geheimen Hofraths Dr. Voigt zur Erledigung gekommenen ordentlichen Lehrstelle der Mathematik und Physik, an den Herrn Hofrath und Professor D. Fries betreffend. Jena 1823 – 1824.

Nr. 675a: Acta academica, den Nachlaß des verstorbenen Geh. Hofrat Dr. Voigt betr. 1824.

Nr. 677: Acta academica, die Ernennung des Herrn Doctor Wahl zum außerordentlichen Professor bey der philosophischen Fakultaet betr. Jena 1824.

Nr. 683: Acta academica, die Ernennung des zeitherigen Privatdocenten, Herrn Dr. Gustav Succow hier zum ausserordentlichen Professor in der philosophischen Facultät betreffend. Jena 1831.

Nr. 1336: Acta academica, die zu Errichtung einer akademischen Lehranstalt, oder eines physikalisch-mechanischen Instituts, gnädigst ertheilte Conceßion betrf. [. . .] Jena 1802.

Nr. 2353: Acta academica, die beabsichtigte Errichtung einer Sternwarte betreffend. Jena 1811.

Nr. 2491: Acta academica, enthaltend Vermischte Schriftstücke, betreffend akademische Vorlesungen, Kollegienhonorare, Promotionen etc. 1758 – 1833.

Nr. 2551: Protocoll-Buch über die Sitzungen des Senats und des Concilii arctioris vom 11. Mai 1822 bis 4. August 1832.

Bestand BA

Nr. 429: Acta academica betreffend die Anstellung ordentlicher Professoren, ordentlicher Honorar- und außerordentlicher Professoren der Philosophie. 1833 – 1837. Vol. I.

Nr. 430: Acta academica betreffend die Anstellung ordentlicher Professoren, ordentlicher Honorar- und außerordentlicher Professoren der Philosophie. 1837 – 1843. Vol. II.

Nr. 431: Acta academica betreffend die Anstellung ordentlicher Professoren, ordentlicher Honorar- und außerordentlicher Professoren der Philosophie. 1843 – 1848. Vol. III.

Nr. 432: Acta academica betreffend die Anstellung ordentlicher Professoren, ordentlicher Honorar- und außerordentlicher Professoren der philosophischen Fakultät. 1848 – 1849. Vol. IV.

Nr. 433: Acta academica betreffend die Anstellung ordentlicher Professoren, ordentlicher Honorar- und außerordentlicher Professoren der Philosophie. 1849 – 1854. Vol. V.

Nr. 434: Acta academica betreffend die Anstellung ordentlicher Professoren, ordentlicher Honorar- und außerordentlicher Professoren der Philosophie. 1854 – 1858. Vol. VI.

Nr. 435: Acta academica betreffend die Anstellung ordentlicher Professoren, ordentlicher Honorar- und Außerordentlicher Professoren der Philosophie. 1859 – 1865. Vol. VII.

Nr. 436: Acta academica betreffend die Anstellung ordentlicher Professoren, ordentlicher Honorar- und außerordentlicher Professoren der Philosophie. 1866 – 1872. Vol. VIII.

Nr. 437: Acta academica betreffend die Anstellung ordentlicher Professoren, ordentlicher Honorar- und außerordentlicher Professoren der Philosophie. 1873 – 1876. Vol. IX.

Nr. 438: Acta academica betreffend die Anstellung ordentlicher Professoren, ordentlicher Honorar- und außerordentlicher Professoren der Philosophie. 1877 – 1879. Vol. X.

Nr. 439: Acta academica betreffend die Anstellung ordentlicher Professoren, ordentlicher Honorar- und außerordentlicher Professoren der Philosophie. 1880 – 1883. Vol. XI.

Nr. 440: Acta academica betreffend die Anstellung ordentlicher Professoren, ordentlicher Honorar- und außerordentlicher Professoren der Philosophie. 1884 – 1886. Vol. XII.

Nr. 441: Acta academica betreffend die Anstellung ordentlicher Professoren, ordentlicher Honorar- und außerordentlicher Professoren der Philosophie. 1887 – 1890. Vol. XIII.

Nr. 442: Acta academica betreffend die Anstellung ordentlicher Professoren, ordentlicher Honorar- und außerordentlicher Professoren der Philosophie. 1890 – 1894. Vol. XIV.

Nr. 443: Acta academica betreffend die Anstellung ordentlicher Professoren, ordentlicher Honorar- und außerordentlicher Professoren der Philosophie. 1894 – 1897. Vol. XV.

Nr. 444: Acta academica betreffend die Anstellung ordentlicher Professoren, ordentlicher Honorar- und außerordentlicher Professoren der Philosophie. 1897 – 1900. Vol. XVI.

Nr. 447: Acta academica, die wegen der DienstEntlassungen und UrlaubsGesuche der Herren Professoren ergangenen höchsten Vorschriften enthaltend, sowie weitere darauf bezügl. Verfügungen. Jena 1824 – 1839.

Nr. 454: Acta academica die Aufnahme der Privatdocenten betreffend. Vol. IV. 1835 – 1844. Vol. IV.

Nr. 455: [Acta] academica, die Aufnahme der Privatdocenten betreffe[nd]. [1845 – 1848]. Vol. V.

Nr. 456: Acta academica betreffend die Aufnahme der Privatdocenten. 1849 – 1857. Vol. VI.

Nr. 457: Acta academica betreffend die Aufnahme der Privatdocenten. 1858 – 1865. Vol. VII.

Nr. 458: Acta academica betreffend die Aufnahme der Privatdocenten. 1867 – 1874. Vol: VIII.

Nr. 459: Acta academica betreffend die Aufnahme der Privatdocenten. 1875 – 1878. Vol. IX.

Nr. 460: Acta academica betreffend die Aufnahme der Privatdocenten. 1879 – 1885. Vol: X.

Nr. 461: Acta academica betreffend die Aufnahme der Privatdocenten. 1886 – 1893. Vol. XI.

Nr. 462: Acta academica betreffend die Errichtung einer naturwissenschaftlichen Facultät. 1865.

Nr. 466: Acta academica betreffend die Aufnahme der Privatdocenten. 1893 – 1897. Vol. XII.

Nr. 467: Acta academica betreffend die Aufnahme der Privatdocenten. 1897 – 1907. Vol. XIII.

Nr. 469: Acta academica betreffend die Assistenten. 1865 – [1928].

Nr. 475: Acta academica betreffend akademische Instrumentenmacher insbes. den Tod des Instrumentenmachers Besemann, und die Anstellung des Instrumentenmachers Kirsche. 1857. 1874.

Nr. 502: Acta academica betreffend Streitigkeiten zwischen Mitgliedern der Universität. 1884 – 1928. Bd. I.

Nr. 972: Acta academica: Die ordentlichen Professoren, außerordentlichen Professoren und Honorarprofessoren der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät. 1925 – 1930.

Nr. 1018: Acta academica betreffend verschiedene Angelegenheiten der einzelnen Facultäten, Decanatsverwaltung, Ordnung der Vorlesungen, die einzelnen Lehrfächer, Promotionswesen, Studienordnung. XX. 1864 – 1918. Bd. I.

Nr. 1332: Acta academica betreffend die zoologischen und physikalischen Anstalten und was darauf bezüglich, ingleichen die Einweihung des neuen chemischen Laboratoriums, der anatomischen und der physiologischen Anstalt. 1883 – 1892.

Nr. 1333: Acta academica betreffend das physikalische Kabinet und das chemische Laboratorium. 1843 – 1850.

Nr. 1339: Acta academica betreffend die Sternwarte. 1877 – [1908].

Nr. 1357: Aufstellung der Preisfragen. 1841 – 1850. Vol. IV.

Nr. 1358: Acta academica betreffend die von Serenissimo Altenburgensi gegründete Stiftung einer naturwissenschaftlichen Praemie für hier Studierende, zur Erinnerung an die vierzehnte Versammlung der Naturforscher und Ärzte Deutschlands in Jena. 1836- 1871 [1908]. Vol. 1.

Nr. 1375: Acta academica, die von den Herren Dekanen der einzelnen Facultaeten gemachte Anzeige dessen, was von Zeit zu Zeit in ihren Facultaeten vorgekommen, betr. [. . .] Jena 1833 – 1842. Vol. III.

Bestand C

Nr. 30: Acten der Grossherzogl. und Herzogl. Sächs. Universitäts-Curatel zu Jena betreffend: Ministerial-Conferenzen in Universitäts-Angelegenheiten. 1892 – 1902. Vol. I.

Nr. 46: Acten der Grossherzogl. und Herzogl. Sächs. Universitäts-Curatel zu Jena betreffend: Habilitationen. 1896 – 1904. Vol. I.

Nr. 49: Acten der Grossherzogl. und Herzogl. Sächs. Universitäts-Curatel zu Jena betreffend: Verleihung von ausserordentlichen und ordentlichen Honorarprofessuren. 1896–1914. Vol. I. Voracten B 12.

Nr. 236: Acten der Grossherzogl. und Herzogl. Sächs. Universitäts-Curatel zu Jena betreffend: besondere Angelegenheiten von Professoren und Docenten. 1895 – 1905. Vol. I. Voracten B 19.

Nr. 241: Acten der Grossherzogl. und Herzogl. Sächs. Universitäts-Curatel zu Jena betreffend: Entlassungsgesuche. 1896 – 1912. Vol. I.

Nr. 431: Acten der Universitäts-Curatel zu Jena betreffend: das statistische Bureau zu Jena und außerordentliche Professur für Statistik. 1878 – 1922. Vol. 1.

Nr. 434: Acten der Universitäts-Curatel zu Jena betreffend: die Errichtung einer ordentlichen Professur für Mathematik und die Berufung des Professors Dr. Thomae. 1879 – 1923.

Nr. 440: Acten der Universitäts-Curatel zu Jena betreffend: die Besetzung der neu zu begründenden ordentlichen Professur der Physik (Professor Dr. Sohncke) (Professor Dr. Winkelmann). 1882. 1886 – 1911.

Nr. 445: Acten der Universitäts-Curatel zu Jena betreffend: Errichtung einer außerordentlichen Professur für theoretische Physik: 1889 – 1912.

Nr. 464: Acten der Grossherzogl. und Herzogl. Sächs. Universitäts-Curatel zu Jena betreffend: die philosophische Facultät im Allgemeinen. 1896 – März 1915. Vol. I. Voracten A 7.

Nr. 467: Acten der Grossherzogl. und Herzogl. Sächs. Universitäts-Curatel zu Jena betreffend: Berufung eines Ersatzes für den Honorarprofessor Dr. Schaeffer (Mathematik). 1899 – 1905. Vol 1.

Nr. 647: Akten der Universitäts-Kuratel zu Jena betreffend: Physikalische[s] Institut. 1896 – 1902. Vol. 1.

Nr. 659: Acten der Grossherzogl. und Herzogl. Sächs. Universitäts-Curatel zu Jena betreffend: die Großherzogliche Sternwarte. 1896 – 1909. Vol I.

Nr. 670: Acten der Universitäts-Curatel zu Jena betreffend: Neubau der Universitätssternwarte. [1879.] 1886 – 88. Vol. 1.

Nr. 807: Zwischenakten betr. Das physikalische Cabinet des Hofrathes Dr. Schäffer. [1899 – 1900].

Nr. 841: Acten der Universitäts-Curatel zu Jena betreffend: das mathematische Seminar. 1882 – Juli 1921. Vol I.

Nr. 1912: Acten der Grossherzogl. und Herzogl. Sächs. Universitäts-Curatel zu Jena betreffend: die Karl Zeiß-Stiftung. 1896 – 1900. Vol. 1.

Bestand G, I: Rechnungs-Manuale bey der akademischen Quästur Jena

Nr. 6 – 392 Wintersemester 1820/21 – Sommersemester 1900

Bestand J (Manuskripte)

Nr. 12: Fricke, Walter: Die Mathematik an Academie und Universität Jena 1548 – 1939. 3 Bde., Manuskript, [1951].

Bestand M

Nr. 215: Philosophische Decanats-Acten geführt vom 6. Aug. 1801 bis 6. Febr. 1802 von Jo. Heinr. Voigt Prof. der Mathem.

Nr. 238: Decanats-Acten des GHR. [Heinr. Karl Abr.] Eichstädt vom Februar bis zum August 1817. Bd. I.

Nr. 240: Decanats-Acten. August 1817-Februar 1818. [Dekan Luden].

Nr. 242: Decanats-Acten geführt von D. Heinr. Karl Abr. Eichstädt vom August 1818 bis Febr[uar] 1819.

Nr. 248: Decanats-Acten des Geheimen Hofrath u. Prof. Eichstädt vom August 1821 bis Februar 1822.

Nr. 249: Decanats-Acten vom Febr. bis zum August 1822, geführt von Carl Friedr. Bachmann. Dr. und öffentl. ordentl. Professor der Moral und Politik.

Nr. 267: Decanats-Acten vom Aug. 1831 bis Febr. 1832. [Dekan Bachmann]

Nr. 287: Decanats-Acten des von E. Reinhold – 4. August 1838 bis zum 2. Februar 1839 geführten Decanates. I.

Nr. 289. Decanats-Acten vom 2. Febr. bis 3. August 1839, geführt von J. F. Fries als Decan.

Nr. 301: Decanats-Acten der Philosophischen Fakultät. 1842/43.

Nr. 303: Decanats-Acten des Herrn Geh. Hofr. Dr. Göttling. August 1843 bis Februar 1844.

Nr. 304: Decanats-Acten der Philosophischen Fakultät. 1844 [Dekan Luden].

Nr. 310: Decanats-Acten des Decanatus [Prof.] Reinhold. Sommerhalbjahr [...] 1846.

Nr. 312: Decanats-Acten 1846/1847. Band I. [Decant Goettling]

Nr. 324: Decanats-Acten der Philosophischen Fakultät. 1850. [Dekan Snell].

Nr. 350: Decanats-Acten der Philosophischen Fakultät. 1856. Bd. III.

Nr. 351: [Dekanatsakten der Philosophischen Fakultät. Wintersemester 1856/57. Dekan Droysen].

Nr. 383: Decanats-Acten der philosophischen Fakultät. Wintersemester 1863/64. Band IIa.

Nr. 459: DecanatsActen von Herrn Prof. Dr. Fortlage im Winter Semester 1878/9.

Nr. 464: Decanats-Acten von Herrn Geh. Hofrath Prof. Dr. Geuther im Winter-Semester 1879/80.

Nr. 483: Decanats-Acten von Herrn Professor Dr. Götz im Winter-Semester 1885/86.

Nr. 484: Decanats-Acten von Herrn Professor Dr. Kluge im Sommer-Semester 1888 (Promotionen betr.).

Nr. 621: Berufungen und Beförderungen. [1878 – 1887].

Nr. 621a Allgemeine Fakultätssachen (Beförderung, Consesse, allerlei Statuten) Berufungen pp. vom Sommer 1881 bis incl. Sommer 1890.

Nr. 622: Acten der philosophischen Fakultät. Berufungen und Beförderung ordentlicher und außerordentlicher Professoren vom Wintersemester 1890/91 – Wintersemester, Ostern 1898.

Nr. 623: Akten der philosophischen Fakultät [. . .]. Berufungen u. Beförderungen [pp.] Sommersemester 1898 – Sommersemester 1904.

Nr. 639: Habilitations-Acten. 1871/3 – 1874. [No.] I.

Nr. 640: Habilitations-Acten. 1874 – 1876. No. II.

Nr. 641: Habilitations-Acten. 1876 – 1878. No. III.

Nr. 642: Habilitations-Acten. 1878[– 1883]. No. IV.

Nr. 643: Habilitations-Acten. 1883 – 1885. No. V.

Nr. 644: Habilitations-Acten. 1885 – 1887. No. VI.

Nr. 645: Habilitations-Acten. 1887 – 1891. [No.] VII.

Nr. 647: Akten über Habilitationen in der philosophischen Fakultät. Sommersemester 1893 [–] incl. Wintersemester 1895/96.

Nr. 648: Akten über Habilitationen in der philosophischen Fakultät. Wintersemester 1895 – incl. Sommersemester 1897 und Wintersemester 1897/98.

Nr. 649: Akten über Habilitationen in der philosophischen Fakultät. Sommersemester 1898 – incl. Sommersemester 1900.

Nr. 675: Allgemeine Fakultäts-Angelegenheiten. Winter-Semester 1890 – [1904].

Nr. 723: Akten der philosophischen Fakultät. Disciplin der Privatdocenten. 1896 – 1905.

Nr. 725: Acta der philosophischen Facultät, die Differenz innerhalb der Facultät betreffend. 1864/1865.

Nr. 740a: Protokollbuch der Philosophischen Fakultät. 1795 – 1829.

Bestand U

Abt. X Medizinisch-naturwissenschatliche Gesellschaft zu Jena

Nr. 2 Finanzielle Angelegenheiten.

Nr. 3 Angelegenheiten der Mitglieder.

Thüringisches Staatsarchiv Altenburg (ThStAAbg)

Geheimes Ministerium

Nr. 1518: Geheime Kanzlei-Acten betr[effend] den neuen Etat der Gesammt Academie Jena. Vol. I. 1817 – 1826.

Nr. 1522: Akten der Herzogl. Sächs. Geheimen Kanzlei zu Altenburg betreffend den Etat der Gesammt-Universität Jena. Vol. V. 1854 – 1855.

Nr. 1525: Akten der Herzogl. Sächs. Geheimen Kanzlei zu Altenburg betreffend den Finanz Etat der Gesammt-Universität Jena für das Jahr 1858 u. 1859, 1860. Vol. VIII.

Nr. 1582: Geheime Kanzlei. Acten betreffend die Aufstellung eines in Jena wohnhaften Außerordentlichen Bevollmächtigten für die Gesammt Universität. Vol. I. 1827 – 1853.

Nr. 1667: Geheime Kanzlei. Acten betr[effend] die Ernennung des Professor D. Jacob Friedrich Fries aus Heidelberg zum ordentlichen Professor in der philosophischen Fakultät zu Jena. [1817 – 1886].

Nr. 1675: Geheime Kanzlei. Akten betr[effend] die Ernennung des Dr. Ernst Reinhold aus Kiel zum ordentlichen Professor der Logik und Metaphysik zu Jena. 1824 – 1832, 1855.

Nr. 1695: Akten der Herzogl. Sächs. Geheimen Kanzlei zu Altenburg betreffend die Ernennung des Privatdocenten D. Schlömilch in Jena zum ausserordentlichen Professor in der philosophischen Fakultät. 1846 – 1849.

Nr. 1696: Akten der Herzogl. Sächs. Geheimen Kanzlei zu Altenburg betreffend die Professur der Naturgeschichte. 1848.

Nr. 1716: Acten der Herzogl. Sächs. Geheimen Kanzlei zu Altenburg betreffend die Pensionierung academischer Lehrer. 1826 – 1827.

Nr. 1717: Geheime Kanzlei, Acten, betr[effend] die Aufnahme der Privat-Docenten. Vol. I. 1826 – 1843.

Nr. 1718: Akten der Herzogl. Sächs. Geheimen Kanzlei zu Altenburg betreffend die Aufnahme der Privat-Docenten. Vol. II. 1844 – 1851.

Nr. 1719: Akten der Herzogl. Sächs. Geheimen Kanzlei zu Altenburg betreffend die Aufnahme der Privat-Docenten. Vol. III. 1852 – 1860.

Nr. 1720: Akten der Herzogl. Sächs. Geheimen Kanzlei zu Altenburg betreffend die Aufnahme der Privat-Docenten. Vol. IV. 1861 – 1872.

Nr. 1752: Geheime Kanzlei. Acten betr[effend]: die öffentliche Benutzung der wissenschaftlichen Sammlungen des Bergrath und Professor Dr. Schüler. 1841.

Gesamtministerium

Nr. 1058: Acten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei I zu Altenburg betreffend den Finanz-Etat der Gesammt-Universität Jena auf die Jahre 1869, 1870, 1871.

Nr. 1059: Acten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei I zu Altenburg betreffend den Etat der Gesammt-Universität Jena auf die Jahre 1872 und 1873.

Nr. 1060: Acten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei I zu Altenburg betreffend den Etat der Gesammt-Universität Jena auf die Jahre 1874 und 1875.

Nr. 1061: Acten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei I zu Altenburg betreffend den Etat der Gesammt-Universität Jena auf die Jahre 1876. 1877.

Nr. 1117: Akten der Herzogl. Sächs. Geheimen Kanzlei zu Altenburg betreffend die Anstellung eines in Jena wohnhaften Außerordentlichen Bevollmächtigten für die Gesammt-Universität. Vol. II. 1853 – 1876.

Nr. 1119: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend die Anstellung eines in Jena wohnhaften außerordentlichen Bevollmächtigten für die Gesammt-Universität. Vol. III. 1877 – 1884.

Nr. 1122: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend die Anstellung eines in Jena wohnhaften außerordentlichen Bevollmächtigten für die Gesammt-Universität. Vol. IV. 1884 – 1901.

Nr. 1266: Geheime Kanzlei. Acten betr[effend]: die Ernennung des Aufsehers der Jenaischen Sternwarte D. Ludwig Schrön zum außerordentlichen Professor in der philosophischen Fakultät. 1834/1875.

Nr. 1271: Akten der Herzogl. Sächs. Geheimen Kanzlei zu Altenburg betreffend die Ernennung der Dr. Schaeffer zum außerordentlichen Professor bei der philosophischen Fakultät. 1856 – 1900.

Nr. 1285: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend die Ernennung der Privatdocenten Dr. Ernst Abbe und Dr. Conrad zu außerordentlichen Professoren in der philosophischen Fakultät. 1870 – 1914.

Nr. 1301: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend die Errichtung einer ordentlichen Professur der Mathematik und die Besetzung derselben durch den Professor Dr. J. Thomae in Freiburg. 1879 – 1920.

Nr. 1304: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend den ordentlichen Professor der Physik Dr. Leonhard Sohnke in Jena. 1882 – 1886.

Nr. 1314: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend die Besetzung der Professur für Physik durch den Professor Dr. A. Winkelmann in Jena. 1886 – 1910.

Nr. 1320: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend den Professur der philosophischen Fakultät Dr. F. Auerbach. 1889 – 1917.

Nr. 1340: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend den Professor der philosophischen Fakultät Dr. Rudolf Straubel in Jena. 1897/98, 1918.

Nr. 1346: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend die außerordentlichen Professoren der philosophischen Facultät a. Dr. phil. August Gutzmer b. Dr. phil. Karl Dove. 1899 – 1907.

Nr. 1412: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend die Aufnahme der Privat-Docenten. Vol. [V]. 1873 – 1877.

Nr. 1413: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend die Aufnahme der Privat-Docenten. Vol. VI. 1877 – 1883.

Nr. 1414: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend die Aufnahme der Privat-Docenten. Vol. VII. 1883 – 1891.

Nr. 1415: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend die Aufnahme der Privat-Docenten. Vol. VIII. 1891 – 1901.

Nr. 1446: Akten der Herzogl. Sächs. Geheimen Kanzlei zu Altenburg betreffend die Vereinigung der in Jena befindlichen beiden physikalischen Kabinete. 1849.

Nr. 1478: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend die Errichtung einer gemeinsamen Prüfungs-Commission für die Candidaten des höheren Schulamts am Sitze der Gesammt-Universität Jena. [Vol. I.] 1871 – 1878.

Nr. 1479: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend die Errichtung einer gemeinsamen Prüfungs-Commission für die Candidaten des höheren Schulamts am Sitze der Gesammt-Universität Jena. Vol. II. 1878 – 1883.

Nr. 1480: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend die Errichtung einer gemeinsamen Prüfungs-Commission für die Candidaten des höheren Schulamts am Sitze der Gesammt-Universität Jena. Vol. III. 1883.

Nr. 1489: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend das physikalische Institut in Jena, das zoologische Institut in Jena. 1881 – 1921.

Nr. 1490: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend das mathematische Institut in Jena. 1882 – 1913.

Nr. 1539: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend die Carl-Zeiss-Stiftung zu Jena. Vol. 1, 1891 – 1900.

Ministerium zu Altenburg

Abt. für Kultusangelegenheiten

Nr. 9381: Akten der Herzogl. Sächs. Ministerial-Kanzlei zu Altenburg betreffend das Vermächtniss des Finanzraths Ernst Ludwig Reichenbach weil in Altenburg für die Universität Jena. 1881 – 1889. Vol. 1.

Abt. der Finanzen

Dep. III, Loc. 64, Nr. 13: Akten des Herzogl. Sächs. Ministeriums, Abteilung der Finanzen, zu Altenburg betreffend die Erbschaftssteuer von dem Nachlasse des Finanzrathes Ernst Ludwig Reichenbach weil hier. 1881.

Landtags-Acten betreffend den Neubau einer physikalischen Anstalt, für die Gesammt-Universität Jena 1880/82 (Landschaft 1880/82 Nr. 7).

Kammer/Amt Altenburg

Nr. 2558: Cammer-Acta die Anstellung und Besoldung eines außerordentlichen Bevollmächtigten bey der GesammtAkademie Jena betr. 1819. sq.

Thüringisches Hauptstaatsarchiv Weimar (ThHStAW)

Staatsministerium Sachsen-Weimar, Department des Kultus

Nr. 413: Privatakten Seiner Exzellenz des Wirklichen Geheimen Rats Dr. von Eggeling, die Carl-Zeiss-Stiftung betreffend: Bd. 1. 1886 – 1890.

Nr. 414: Privatakten des Wirklichen Geheimen Rats Dr. von Eggeling, die Carl-Zeiss-Stiftung betreffend. Bd. 2. 1890 – 1905.

Nr. 415: Privatakten des Wirklichen Geheimen Rats Dr. von Eggeling, die Statuten der Carl-Zeiss-Stiftung enthaltend: Bd. 3. 1895 – 1900.

Kunst und Wissenschaft-Hofwesen

A 8711: Regierungs-Acta die auf höchsten Specialbefehl gegen den Hofrath und Professor D. Jacob Friedrich Fries zu Jena verhängte Untersuchung wegen bedenklicher Theilnahme an dem Vorgange bei der Studentenfeier auf der Wartburg am 18. October 1817 und sonst betreffend. 1817 – 1819.

A 8712: Akten die Theilnahme des Herrn Hofraths und Professors Dr. Jakob Friedrich Fries in Jena an den Unregelmäsigkeiten bei der Feier auf der Wartburg den 18 Oktober 1817 ingleichen den Druck der Beschreibung dieser Feier ohne Angabe des Druckortes pp betreffend. 1817.

A 8714: Geheime Staats-Canzley-Acta die von den Studenten mehrere Academien auf der Wartburg am 18ten October d.J. beabsichtigte Zusammenkunft

zur Feyer des ReformationsJubiläum und des Jahrestags der Schlacht bey Leipzig betr. Zugl. die gegen die Professoren Fries und Oken zu Jena wegen ordentlicher Theilnahme an dem Vorgange bey der Studentenfeyer auf dem Wartenberg und resp. verbreiteter Schmähschriften über die das. verbrannten Schriften auswärtiger Gelehrter verfügten Untersuchungen betr. 1817.

Personalakten aus dem Bereich Volksbildung

PA 14930 (Personalakte Knopf)

Thüringer Universitäts- und Landesbibliothek, Handschriftenabteilung (ThULB)

8 Hist. Lit. VI, o. 98, 1 (1 – 6) Verzeichnis der Vorträge, Preisaufgaben etc.

8 Hist. Lit. VI, o. 98 Erinnerungsblätter der Mathematischen Gesellschaft zu Jena. 1862

8 Hist. Nat. X, 41/2(1): Nachricht von der Gründung einer naturforschenden Gesellschaft zu Jena [...]

8 Hist. Nat. X, 41/2(2 – 9): Nachricht von dem Fortgange der naturforschenden Gesellschaft zu Jena [1794 – 1802]

Ms. Prov. f. 196

Carl-Zeiss Archiv (CZA)

Urkunden und Handschriftensammlung

CZO-S 429: Gesellschaftsvertrag (Konzept) vom 22. Juli 1876

CZO-S 510: Gesellschaftsvertrag (1. Vertrag) vom 15. Mai 1875

Literatur

Abbe, Ernst [1861]: Erfahrungsmässige Begründung des Satzes von der Aequivalenz zwischen Wärme und mechanischer Arbeit. Hofer, Göttingen 1861. In: Abbe 1904, Bd. 2, S. 1 – 32 [Dissertation, Universität Göttingen].

Abbe, Ernst [1863]: Ueber die Gesetzmässigkeit in der Vertheilung der Fehler bei Beobachtungsreihen. Frommann, Jena 1863. In: Abbe 1904, Bd. 2, S. 55 – 81 [Habiltationsschrift, Universität Jena].

Abbe, Ernst [1870]: Ueber einen Spectralapparat am Mikroskop. Jenaische Zeitschr. f. Medicin u. Naturwiss. 5 (1870), S. 459 – 470. In: Abbe 1904, Bd. 1, S. 1 – 13.

Abbe, Ernst [1871]: Ueber die Bestimmung der Lichtstärke optischer Instrumente. Mit besonderer Berücksichtigung des Mikroskops und der Apparate zur Lichtconcentration. Jenaische Zeitschr. f. Medicin u. Naturwiss. 6 (1871), S. 263 – 291. In: Abbe 1904, Bd. 1, S. 14 – 44.

Abbe, Ernst [1873]: Beiträge zur Theorie des Mikroskops und der mikroskopischen Wahrnehmung. Archiv für mikroskopische Anatomie 9 (1873), S. 413 – 468. In: Abbe 1904, Bd. 1, S. 45 – 100.

Abbe, Ernst [1874]: Neue Apparate zur Bestimmung des Brechungs- und Zerstreuungsvermögens fester und flüssiger Körper. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., N. F. 1 (1874), S. 96 – 174. In: Abbe 1904, Bd. 2, S. 82 – 164 [Auch im Buchhandel erschienen: Mauke, Jena 1884].

Abbe, Ernst [1878]: Die optischen Hülfsmittel der Mikroskopie. In: Hofmann, August Wilhelm von (Hrsg.): Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876. Vieweg, Braunschweig 1878, S. 383 – 420. In: Abbe 1904, Bd. 1, S. 119 – 164.

Abbe, Ernst [1879a]: Ueber die Bedingungen des Aplanatismus der Linsensysteme. Sitzungsber. der Jenaischen Ges. f. Medicin u. Naturwiss. für das Jahr 1879 (Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., N. F. 6 (1879), Supplement), S. 129 – 142. In: Abbe 1904, Bd. 1, S. 213 – 226.

Abbe, Ernst [1879b]: On new methods for improving spherical correction, applied to the construction of wide-angled object-glasses. Journal of the Royal Microscopical Soc., 2 (1879), S. 812 – 824 [Deutsch unter dem Titel: Über neue Methoden zur Verbesserung der sphärischen Korrektion, angewandt auf die Konstruktion von Objektiven grosser Apertur. In: Abbe 1904, Bd. 1, S. 196 – 212].

Abbe, Ernst [1881a]: On the conditions of orthoscopic and pseudoscopic effects in the binocular microscope. Journal of the Royal Microscopical Soc., Ser. 2, 1 (1881), S. 203 – 211 [Deutsch unter dem Titel: Über die Bedingungen der

orthoskopischen und pseudoskopischen Wirkungen in dem binokularen Mikroskop. In: Abbe 1904, Bd. 1, S. 313 – 324].

Abbe, Ernst [1881b]: On the estimation of aperture in the microscope. Journal of the Royal Microscopical Soc., Ser. 2, 1 (1881), S. 388 – 423 [Deutsch unter dem Titel: Über die Bemessung der Apertur beim Mikroskop. In: Abbe 1904, Bd. 1, S. 325 – 374].

Abbe, Ernst [1881c]: Ueber die Grenzen der geometrischen Optik. Mit Vorbemerkungen über die Abhandlung «Zur Theorie der Bilderzeugung» von Dr. R. Altmann. Sitzungsber. der Jenaischen Ges. f. Medicin u. Naturwiss. für das Jahr 1880 (Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., N. F. 7 (1881), Supplement), S. 71 – 109. In: Abbe 1904, Bd. 1, S. 273 – 312.

Abbe, Ernst [1882]: The relation of aperture and power in the microscope. Journal of the Royal Microscopical Soc., Ser. 2, 2 (1882), S. 300 – 309, 460 – 473; ebenda, 3 (1883), S. 790 – 812 [Deutsch unter dem Titel: Die Beziehungen zwischen Apertur und Vergrößerung beim Mikroskop. In: Abbe 1904, Bd. 1, S. 375 – 435].

Abbe, Ernst [1884a]: On the mode of vision with objectives of wide aperture. Journal of the Royal Microscopical Soc., Ser. 2, 4 (1884), S. 20 – 26 [Deutsch unter dem Titel: Über die Art des Sehens mit Objectiven von großer Öffnung. In: Abbe 1904, Bd. 1, S. 436 – 444].

Abbe, Ernst [1884b]: Note on the proper definition of the amplifying power of a lens or a lens-system. Journal of the Royal Microscopical Soc., Ser. 2, 4 (1884), S. 348 – 351 [Deutsch unter dem Titel: Bemerkungen über die richtige Definition der Vergrößerung einer Linse oder eines Linsensystems. In: Abbe 1904, Bd. 1, S. 445 – 449].

Abbe, Ernst [1887]: Ueber neue Mikroskope. Sitzungsber. der Jenaischen Ges. f. Medicin u. Naturwiss. f. das Jahr 1886 (Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., N. F. 13 (1887), Supplement), S. 107 – 128. In: Abbe 1904, Bd. 1, S. 450 – 472.

Abbe, Ernst [1895]: Berechnung des wahrscheinlichen Fehlers bei der Bestimmung von Mittelwerthen durch Abzählen. In: Hensen, Viktor (Hrsg.): Methodik der Untersuchungen. Lipsius und Tischer, Kiel, Leipzig 1895 (Ergebnisse der in dem Atlantischen Ocean von Mitte Juli bis Anfang November 1889 ausgeführten Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung, Bd. I, B), S. 166 – 169. In: Abbe 1904, Bd. 2, S. 230 – 235.

Abbe, Ernst [1904]: Gesammelte Abhandlungen. Bd. 1: Abhandlungen über die Theorie des Mikroskops; Bd. 2: Wissenschaftliche Abhandlungen aus verschiedenen Gebieten. Patentschriften. Gedächtnisreden. Fischer, Jena 1904 – 1906.

Abbe, Ernst [1910]: Die Lehre von der Bildentstehung im Mikroskop. Bearbeitet und herausgegeben von Otto Lummer und Fritz Reiche. Vieweg, Braunschweig 1910.

Allgemeine Deutsche Biographie. Hrsg. durch die Historische Commission bei der Königlichen Akademie der Wissenschaften (München). 56 Bde., Duncker und Humblot, Leipzig 1875 – 1912.

Alten, Heinz-Wilhelm u. a. (Hrsg.) [2003]: 4000 Jahre Algebra. Geschichte, Kulturen, Menschen. Springer, Berlin u. a. 2003 (Vom Zählstein zum Computer).

Apelt, Ernst Friedrich [1839]: De viribus naturae primitivis. Bran, Jena 1839 [Dissertation, Universität Jena].

Apelt, Ernst Friedrich [1846]: Die Epochen der Geschichte der Menschheit. Eine historisch-philosophische Skizze. Bd. 2. Hochhausen, Jena 1846.

Apelt, Ernst Friedrich [1849]: Johann Keppler's astronomische Weltansicht. Weigel, Leipzig 1849.

Apelt, Ernst Friedrich [1851]: Die Epochen der Geschichte der Menschheit. Eine historisch-philosophische Skizze. 2 Bde., 2. Ausgabe, Mauke, Jena 1851.

Apelt, Ernst Friedrich [1852]: Die Reformation der Sternkunde. Ein Beitrag zur deutschen Culturgeschichte. Mauke, Jena 1852.

Apelt, Ernst Friedrich [1854]: Die Theorie der Induction. Engelmann, Leipzig 1854.

Apelt, Ernst Friedrich [1857]: Metaphysik. Engelmann, Leipzig 1857.

Apelt, Ernst Friedrich [1906]: Über Begriff und Aufgabe der Naturphilosophie. Abh. der Fries'schen Schule, N. F. 1 (1904/06), S. 89 – 134 [Bildet den 1. Abschnitt der von Apelt im Wintersemester 1842/43 gehaltenen «Vorlesungen über Naturphilosophie»; in der Nachschrift v. Matthias Jacob Schleiden].

Auerbach, Felix [1878a]: Untersuchung über die Natur des Vocalklanges. Annalen der Physik, Ergänzungsband, 8 (1878), S. 177 – 225.

Auerbach, Felix [1878b]: Ueber die Tonhöhe einer Stimmgabel in einer incompressibeln Flüssigkeit. Annalen der Physik, [3. Folge,] 3 (1878), S. 157 – 160.

Auerbach, Felix [1878c]: Der Durchgang des galvanischen Stromes durch das Eisen. Annalen der Physik, [3. Folge,] 5 (1878), S. 289 – 344.

Auerbach, Felix [1879]: Ueber die absolute Anzahl von Schwingungen, welche zur Erzeugung eines Tones erforderlich sind. Annalen der Physik, [3. Folge,] 6 (1879), S. 591 – 597.

Auerbach, Felix [1882]: Ueber Tonschwingungen fester Körper in Gegenwart von Flüssigkeiten. Annalen der Physik, [3. Folge,] 17 (1882), S. 964 – 983.

Auerbach, Felix [1886]: Ueber die Electricitätsleitung von Metallpulvern. Annalen der Physik, [3. Folge,] 28 (1886), S. 604 – 613.

Auerbach, Felix [1887]: Die Wirkungsgesetze der dynamo-elektrischen Maschinen. Hartleben, Wien, u. a. 1887 (Elektro-technische Bibliothek, 38).

Auerbach, Felix [1888]: Ueber die Erregung des dynamoelectrischen Stromes. Annalen der Physik, [3. Folge,] 34 (1888), S. 172 – 179.

Auerbach, Felix [1891]: Absolute Härtemessung. Annalen der Physik, [3. Folge,] 43 (1891), S. 61 – 100.

Auerbach, Felix [1892a]: Ueber Härtemessung, insbesondere an plastischen Körpern. Annalen der Physik, [3. Folge,] 45 (1892), S. 262 – 276.

Auerbach, Felix [1892b]: Plasticität und Sprödigkeit. Annalen der Physik, [3. Folge,] 45 (1892), S. 277 – 291.

Auerbach, Felix [1894a]: Ueber die Härte- und Elasticitätsverhältnisse des Glases. Annalen der Physik, [3. Folge,] 53 (1894), S. 1000 – 1038.

Auerbach, Felix [1894b]: Erklärung der Brentano'schen optischen Täuschung. Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, 7 (1894), S. 152 – 160.

Auerbach, Felix [1896a]: Die Härtescala in absolutem Maasse. Annalen der Physik, [3. Folge,] 58 (1896), S. 357 – 380.

Auerbach, Felix [1896b]: Bestimmung einiger hoher Elasticitätsmoduln. Nebst Bemerkungen über die Ermittelung von Moduln mit einem Minimum von Material. Annalen der Physik, [3. Folge,] 58 (1896), S. 381 – 390.

Auerbach, Felix [1898a]: Ueber Widerstandsverminderung durch electrische und durch akustische Schwingungen. Annalen der Physik, [3. Folge,] 64 (1898), S. 611 – 617.

Auerbach, Felix [1898b]: Mittheilung über Versuche des Hrn. Ad. Meyer (Stockholm) über den electrischen Widerstand zwischen Stahlkugeln. Annalen der Physik, [3. Folge,] 66 (1898), S. 760 – 766.

Auerbach, Felix [1899]: Kanon der Physik. Die Begriffe, Principien, Sätze, Formeln, Dimensionsformeln und Konstanten der Physik. Nach dem neuesten Stande der Wissenschaft systematisch dargestellt. Veit, Leipzig 1899.

Auerbach, Felix [1900]: Ueber die Härte der Metalle. Annalen der Physik, 4. Folge, 3 (1900), S. 108 – 115.

Auerbach, Felix [1918]: Ernst Abbe. Sein Leben, sein Wirken, seine Persönlichkeit nach den Quellen und aus eigener Erfahrung geschildert. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1918 (Ostwald, Wilhelm (Hrsg.): Grosse Männer. Studien zur Biologie des Genies, 5).

Bach, Thomas; Maatsch, Jonas; Rasche, Ulrich (Hrsg.) [2008]: ‚Gelehrte' Wissenschaft. Das Vorlesungsprogramm der Universität Jena um 1800. Steiner,

Stuttgart 2008 (Pallas Athene. Beiträge zur Universitäts- und Wissenschaftsgeschichte, 26).

Bardeleben, Karl [1885]: Bericht über den Stand und die Thätigkeit der Gesellschaft im Jahre 1884 nebst einen Rückblick auf die letzten Jahre seit 1878. Sitzungsber. der Jenaischen Ges. f. Medicin u. Naturwiss. f. das Jahr 1884 (Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., N. F. 11 (1885), Supplement), S. 44 – 48.

Bauer, Joachim [2001]: Die Universität Jena zwischen Tradition und Reform. In: Müller/Ries/Ziche 2001, S. 47 – 62.

Biermann, Kurt Reinhard [1988]: Die Mathematik und ihre Dozenten an der Berliner Universität. 1810 – 1933. Stationen auf dem Wege eines mathematischen Zentrums von Weltgeltung. 2. bearb. u. erw. Aufl., Akademie-Verlag, Berlin 1988.

Boegehold, Hans [1934]: Rudolf Straubel zum siebzigsten Geburtstage. Die Naturwissenschaften 22 (1934), S. 421 – 424.

Bonsiepen, Wolfgang [1999]: E. F. Apelts Fries-Rezeption. Dargestellt anhand seiner Schriften «Die Theorie der Induction» und «Metaphysik». In: Hogrebe/Herrmann 1999, S. 195 – 220.

Brandt, Lutz [1988]: Ernst Abbe und seine Tätigkeit als Astronom. Sterne und Weltraum 27 (1988), S. 214 – 219.

Breidbach, Olaf; Ziche, Paul (Hrsg.) [2001]: Naturwissenschaften um 1800. Wissenschaftskultur in Jena-Weimar. Böhlau, Weimar 2001.

Brümmer, Manfred [1991]: Staat kontra Universität. Die Universität Halle-Wittenberg und die Karlsbader Beschlüsse 1819 – 1848. Böhlau, Weimar 1991.

Cantor, Moritz [1901]: Nachruf an Oskar Schlömilch. Bibliotheca matematica, Folge 3, 2 (1901), S. 260 – 281.

Cappeller, Carl [2008]: «… durchaus ein matter-of-fact-man …» Hermann Schaeffer (1824 – 1900). In: Steinbach/Ploenus 2008, S. 154 – 168 [Wiederabdruck von Cappeller, Carl: Persönliche Erinnerungen an Hermann Schaeffer. Vopelius, Jena 1913].

Chemnitius, Fritz [1992]: Die Mathematiker, Astronomen und Physiker an der Universität Jena (1558 – 1914). Edition eines Manuskripts (1930). Hrsg. von Gert Schubring. Institut für Geschichte der Naturwissenschaften, München 1992 (Algorismus, 7).

Clausius, Rudolf [1859]: Die Potentialfunction und das Potential. Ein Beitrag zur mathematischen Physik. Barth, Leipzig 1859.

Compter, Gustav [1859]: Geschichtliches über die Gesellschaft. Erinnerungsblätter der Mathematischen Gesellschaft zu Jena (1859), S. 1 – 10.

Dathe, Uwe [1992]: Frege in Jena. Eine Untersuchung von Gottlob Freges Jenaer Mikroklima zwischen 1869 und 1918. Universität Leipzig, 1992 [Dissertation A].

Dathe, Uwe [1997]: Gottlob Frege und Johannes Thomae. Zum Verhältnis zweier Jenaer Mathematiker. Kritisches Jahrbuch der Philosophie 2 (1997) (Gabriel, Gottfried; Kienzler, Wolfgang (Hrsg.): Frege in Jena. Beiträge zur Spurensicherung), S. 87 – 103.

Dörband, Bernd; Müller, Henriette [2005]: Ernst Abbe – das unbekannte Genie. Spurensuche in Jena, Eisenach, Göttingen und Frankfurt am Main. Bussert und Stadeler, [Jena] 2005.

Döring, Detlef; Nowak, Kurt (Hrsg.) [2002]: Gelehrte Gesellschaften im mitteldeutschen Raum (1650 – 1820). Teil 2. Hirzel, Stuttgart, Leipzig 2002 (Abh. der Sächs. Akad. der Wiss. zu Leipzig, Phil.-hist. Kl. 76, H. 5).

Eccarius, Wolfgang [1986]: Mathematik und Mathematikunterricht im Thüringen des 19. Jahrhunderts. Eine Studie zum Alltag einer Wissenschaft zwischen 1800 und 1915. Bd. 1 (Textband), Bd. 2 (Quellenband). Pädagog. Hochschule Erfurt, Mühlhausen, 1986 [Dissertation B].

Eggeling, [Heinrich von] [1875]: Apelt, Ernst Friedrich. In: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 1 (1875), S. 502 – 504.

Eggeling, [Heinrich von] [1878]: Fries, Jakob Friedrich. In: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 8 (1878), S. 73 – 81.

Encke, Johann Franz [1825]: Indirecte Auflösung der Gleichungen des dritten Grades von dem verstorbenen Professor Posselt. Astron. Nachr. 3 (1825), Sp. 395 – 402.

Endres, Klaus-Peter [2002]: Ein Mathematiker bedenkt die Evolution. Karl Snell (1806 – 1886). Olms, Hildesheim, u. a. 2002 (Studien und Materialien zur Geschichte der Philosophie, 60).

Eulenburg, Franz [1994]: Die Frequenz der deutschen Universitäten von ihrer Gründung bis zur Gegenwart. Mit einem Nachwort von Elisabeth Lea und Gerald Wiemers. Akademie-Verlag, Berlin 1994 [Photomechanischer Nachdruck der Ausgabe Teubner, Leipzig 1904].

Fechner, Gustav Theodor [1824]: Lehrbuch der Experimental-Physik oder Erfahrungs-Naturlehre von J[ean] B[aptiste] Biot. Übersetzt von Gustav Theodor Fechner. 4 Bde., Voss, Leipzig 1824/25 [Bearb. Übersetzung v. Biot, Jean-Baptiste: Précis élémentaire de physique expérimentale].

Finsterwalder, Sebastian; Ebert, Hermann [1898]: Leonhard Sohncke. Bericht über die Königliche Technische Hochschule zu München für das Studienjahr 1897/98 (1898), Beilage 2 [Nekrolog].

Flitner, Wilhelm [1972]: Wissenschaft und Schulwesen in Thüringen von 1550 bis 1933. In: Patze, Hans; Schlesinger, Walter (Hrsg.): Geschichte Thüringens. Bd. 4: Kirche und Kultur in der Neuzeit. Böhlau, Köln, Wien 1972 (Mitteldeutsche Forschungen, 48, 4), S. 53 – 206.

Frege, Gottlob [1874]: Rechnungsmethoden, die sich auf eine Erweiterung des Größenbegriffes gründen. Frommann, Jena 1874 [Habilitationsschrift, Universität Jena].

Frege, Gottlob [1879]: Begriffsschrift, eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens. Nebert, Halle 1879.

Frege, Gottlob [1884]: Die Grundlagen der Arithmetik. Eine logisch mathematische Untersuchung über den Begriff der Zahl. Koebner, Breslau 1884.

Frege, Gottlob [1891a]: Function und Begriff. Vortrag, gehalten in der Sitzung vom 9. Januar 1891 der Jenaischen Ges. f. Medicin u. Naturwiss. Pohle, Jena 1891.

Frege, Gottlob [1891b]: Über das Trägheitsgesetz. Zeitschr. für Philosophie und philosophische Kritik 98 (1891), S. 145 – 161.

Frege, Gottlob [1892a]: Ueber Sinn und Bedeutung. Zeitschr. f. Philosophie und philosophische Kritik 100 (1892), S. 25 – 50.

Frege, Gottlob [1892b]: Ueber Begriff und Gegenstand. Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Philosophie 16 (1892), S. 192 – 205.

Frege, Gottlob [1893]: Grundgesetze der Arithmetik. Begriffsschriftlich abgeleitet. 2 Bde., Pohle, Jena 1893 – 1903 [2. Nachdruck, Olms, Hildesheim u. a. 1998].

Frege, Gottlob [1896]: Ueber die Begriffsschrift des Herrn Peano und meine eigene. Ber. über die Verhandl. der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl. 48 (1896), S. 361 – 378.

Frercks, Jan [2005]: Rezeption und Selbstverständnis. Naturlehre/Physik um 1800. Jahrbuch f. Europäische Wissenschaftskultur 1 (2005), S. 159 – 190.

[Fries, Jakob Friedrich] [1810]: [Rezension von:] L. N. M. Carnot: Geometrie der Stellung. Übersetzt von H. C. Schumacher. Theil 1. Hammerich, Altona 1808 und F. G. Busse: Vergleichung zwischen Carnots und meiner Ansicht der Algebra. Craz, Freyberg 1808. Heidelbergische Jahrbücher der Literatur. Abth. 4: Mathematik, Physik und Kameralwissenschaften 3 (1810), S. 28 – 36.

Fries, Jakob Friedrich [1811a]: Grundriß der Logik. Ein Lehrbuch zum Gebrauch für Schulen und Universitäten. Mohr und Zimmer, Heidelberg 1811.

Fries, Jakob Friedrich [1811b]: System der Logik. Ein Handbuch für Lehrer und zum Selbstgebrauch. Mohr und Zimmer, Heidelberg 1811 [2., verbesserte

Aufl., Mohr und Winter, Heidelberg 1819. In beiden Auflagen auch der «Grundriß der Logik» enthalten].

Fries, Jakob Friedrich [1813a]: Entwurf des Systems der theoretischen Physik. Zum Gebrauche bey seinen Vorlesungen. Mohr und Zimmer, Heidelberg 1813.

Fries, Jakob Friedrich [1813b]: Populäre Vorlesungen über die Sternkunde. Gehalten zu Heidelberg im Winter 1811 auf 1812. Mohr und Zimmer, Heidelberg 1813.

Fries, Jakob Friedrich [1822]: Die mathematische Naturphilosophie. Nach philosophischer Methode bearb. Ein Versuch. Mohr und Winter, Heidelberg 1822.

Fries, Jakob Friedrich [1826]: Lehrbuch der Naturlehre. Zum Gebrauch bey akademischen Vorlesungen. Theil 1: Experimentalphysik. Cröcker, Jena 1826.

Fries, Jakob Friedrich [1842]: Versuch einer Kritik der Principien der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Vieweg, Braunschweig 1842.

Fries, Jakob Friedrich [1848]: Politik oder philosophische Staatsführung. Hrsg. von E. F. Apelt. Cröcker, Jena 1848.

Gabriel, Gottfried (Hrsg.) [1980]: Gottlob Freges Briefwechsel mit D. Hilbert, E. Husserl, B. Russell sowie ausgewählte Einzelbriefe Freges. Meiner, Hamburg 1980. (Philosophische Bibliothek, 321)

Gabriel, Gottfried; Kienzler, Wolfgang (Hrsg.) [1997]: Frege in Jena. Beiträge zur Spurensicherung. Königshausen und Neumann, Würzburg 1997 (Kritisches Jahrbuch der Philosophie, 2).

Gäbe, Lüder [1961]: Fries, Jakob Friedrich. In: Neue Deutsche Biographie, Bd. 5 (1961), S. 608 – 609.

Garber, Elizabeth [1999]: The language of physics. The calculus and the development of theoretical physics in Europe, 1750 – 1914. Birkhäuser, Boston, MA u. a. 1999.

Gehler, Johann Samuel Traugott [1825]: Johann Samuel Traugott Gehler's physikalisches Wörterbuch. Neu bearb. von [Heinrich Wilhelm] Brandes, [Leopold] Gmelin, [Johann Caspar] Horner, [Georg Wilhelm] Muncke, [Christoph Heinrich] Pfaff, [Carl Ludwig von] Littrow. 11 Bde., Schwickert, Leipzig 1825 – 1845.

Gehrcke, Ernst (Hrsg.) [1926]: Handbuch der physikalischen Optik. In 2 Bdn. bearb. von Felix Auerbach. Barth, Leipzig 1926 – 1928.

Gerber, Stefan [2004]: Universitätsverwaltung und Wissenschaftsorganisation im 19. Jahrhundert. Der Jenaer Pädagoge und Universitätskurator Moritz

Seebeck. Böhlau, Köln u. a. 2004 (Veröffentlichungen der Historischen Kommission für Thüringen, Kleine Reihe, 14).

Gerlind, Christian Ludwig [1815]: Grundriß der ebenen und sphärischen Trigonometrie. Vandenhoek und Ruprecht, Göttingen 1815.

Göpfert, Hartwig [1999]: Carl Johannes Thomae (1840 – 1921) – Kollege Georg Cantors an der Universität Halle. Reports on didactics and history of mathematics 21 (1999) [http://www.mathematik.uni-halle.de/reports/sources/1999/99-21report.ps, Stand: September 2006].

Göpfert, Hartwig [2002]: Carl Johannes Thomae und die Entwicklung der Mathematik an der Universität Jena in der Zeit von 1879 bis 1914. Fundamente und Einflüsse. Hain, Rudolstadt, Jena 2002 (Quellen und Beiträge zur Geschichte der Universität Jena, 6).

Goethe, Johann Wolfgang von [1812]: Unterthänigster Jahres-Bericht über den Zustand der Museen und anderer wissenschaftlicher Anstalten zu Jena. 850. Bericht an Herzog Carl August 22.11.1812. In: Goethe, Johann Wolfgang von: Sämtliche Werke, Briefe, Tagebücher und Gespräche. Bd. 27: Abt. 1: Amtliche Schriften: Teil 2: Aufgabengebiete seit der Rückkehr aus Italien. Hrsg. von Irmtraut und Gerhard Schmid. Deutscher Klassiker Verlag, Frankfurt am Main 1999 (Bibliothek Deutscher Klassiker, 161), S. 940 – 959.

Gottwald, Siegfried u. a. (Hrsg.) [1990]: Lexikon bedeutender Mathematiker. Bibliographisches Institut, Leipzig 1990.

Graßmann, Hermann Günther [1861]: Lehrbuch der Mathematik für höhere Lehranstalten. Theil 1: Lehrbuch der Arithmetik für höhere Lehranstalten. Enslin, Berlin 1861.

Graßmann, Robert [1872]: Die Formenlehre oder Mathematik. Grassmann, Stettin 1872 (Graßmann, Robert: Die Wissenschaftslehre oder Philosophie, Ergänzungstheil 2).

Grattan-Guinness, Ivor [1990]: Convolutions in French mathematics, 1800 – 1840. From the calculus and mechanics to mathematical analysis and mathematical physics. 3 vols., Birkhäuser, Basel u. a. 1990.

Gronau, Detlef [1997]: Gottlob Frege, a pioneer in iteration theory. In: Reich, Ludwig u. a. (Hrsg.): Iteration theory (ECIT 94). Proceedings of the European Conference on Iteration Theory, Opava, Czech Republic, Aug. 28 – Sept. 3, 1994. Fachbibliothek für Mathematik, Karl-Franzens-Universität, Graz 1997 (Grazer mathematische Berichte, 334), S. 105 – 119.

Gümbel, Wilhelm von [1890]: Schmid, Ernst Erhard. In: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 31 (1890), S. 659 – 661.

Günther, [Siegmund] [1883]: Lehmann, Jakob Wilhelm Heinrich. In: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 18 (1883), S. 139.

Günther, [Siegmund] [1891]: Schrön, Heinrich Ludwig Friedrich. In: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 32 (1891), S. 555 – 556.

Günther, S[iegmund] [1908]: Sohncke, Leonhard. In: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 54 (1908), S. 377 – 379.

Hankel, Hermann [1867]: Theorie der complexen Zahlensysteme, insbesondere der gemeinen imaginären Zahlen und der Hamilton'schen Quarternionen nebst ihrer geometrischen Darstellung. Voss, Leipzig 1867 (Hankel, Hermann: Vorlesungen über die complexen Zahlen und ihre Functionen, Theil 1).

Hauschild, Jan-Christoph [1980]: «Meine Absicht ist, Sie noch recht arg zu plagen ...» Mitteilungen über die bislang unbeachtete Beziehung Jakob Friedrich Fries' zu dem Weimarischen Gymnasialprofessor Carl Ludwig Albrecht Kunze (1805 – 1890). Archiv f. Kulturgeschichte 62/63 (1980/81), S. 417 – 424.

Hauschild, Jan-Christoph [1990]: Die kleine Welt des Alltags und das Universum der Zahlen. Ludwig Kunze, eine soziale Biographie, 1805 – 1890. Häusser, Darmstadt 1990.

Helmholtz, Hermann von [1874]: Die theoretische Grenze für die Leistungsfähigkeit der Mikroskope. Annalen der Physik, Jubelband 1874, S. 557 – 584.

Helmholtz, Hermann von [1897]: Vorlesungen über Theoretische Physik. Herausgegeben von A. König, O. Kirgar-Menzel und C. Runge. 6 Bde., Barth, Leipzig 1897 – 1903, [Bd. 5, Voss, Hamburg, u. a. 1897].

Helmholtz, Hermann von [1903]: Einleitung zu den Vorlesungen über Theoretische Physik. Herausgegeben von A. König und C. Runge. Barth, Leipzig 1903 (Helmholtz, Hermann von: Vorlesungen über Theoretische Physik, 1.1).

Henkel, Klaus [2002]: Die Carl-Zeiss-Stiftung – Ihre Geschichte und Gegenwart. 1. Teil. Mikrokosmos: Zeitschrift für Mikroskopie 91 (2002), S. 335 – 342; 2. Teil. Ebenda, 92 (2003), S. 15 – 23.

Herglotz, Gustav [1922]: Zum Gedächtnis an Johannes Thomae 1840 – 1921. Ber. über die Verhandl. der Sächs. Akad. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Kl. 74 (1922), S. 157 – 160.

Hermann, Armin [1995]: Carl Zeiss – Die abenteuerliche Geschichte einer deutschen Firma. Erw. Ausgabe, 2. Aufl., Piper, München, Zürich 1995.

Herrmann, Kay [2000]: Mathematische Naturphilosophie in der Grundlagendiskussion. Jakob Friedrich Fries und die Wissenschaften. Vandenhoeck und Ruprecht, Göttingen 2000 (Neue Studien zur Philosophie, 16).

Hess, Ulrich [1991]: Geschichte Thüringens 1866 bis 1914. Aus dem Nachlass hrsg. von Volker Wahl. Böhlau, Weimar 1991 (Regionalgeschichtliche Forschungen).

Hogrebe, Wolfram; Herrmann, Kay (Hrsg.) [1999]: Jakob Friedrich Fries – Philosoph, Naturwissenschaftler und Mathematiker. Verhandlungen des Symposions „Probleme und Perspektiven von Jakob Friedrich Fries' Erkenntnislehre und Naturphilosophie" vom 9. – 11. Oktober 1997 an der Friedrich-Schiller-Universität Jena. Lang, Frankfurt am Main u. a. 1999 (Studia philosophica et historica, 25).

Hübner, Michael (Hrsg.) [2000]: Die Publikationen 1846 bis 2000. Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. Verlag der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig in Kommission bei Hirzel, Stuttgart, Leipzig 2000.

Janich, Peter [1976]: Trägheitsgesetz und Inertialsystem – Zur Kritik G. Freges an der Definition L. Langes. In: Schirm, Mathias (Hrsg.): Studium zu Frege. Bd. 3: Logik und Semantik. Frommann, Stuttgart – Bad Cannstatt 1976 (Problemata 44), S. 146 – 156.

Jentzsch, Felix [1934]: Rudolf Straubel zum 70. Geburtstag. Zeitschr. f. techn. Physik, 15 (1934), S. 215- 221.

Jordan, Camille [1868]: Mémoire sur les groupes de mouvements. Annali di Matematica pura ed applicata, Ser. 2, 2 (1868/69), S. 167 – 215, 322 – 345.

Jungnickel, Christa; McCormmach, Russell [1986]: Intellectual mastery of nature. Theoretical physics from Ohm to Einstein. 2 vols., University of Chicago Press, Chicago, London 1986.

Kant, Immanuel [1786]: Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Hartknoch, Riga 1786.

Karsten, [Gustav] [1887]: Osann, Gottfried Wilhelm. In: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 24 (1887), S. 461.

Kiefer, Jürgen D. K. [2004]: Biobibliographisches Handbuch der Akademie Gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt: 1754 – 2004. Aus Anlaß der 250. Jahrfeier. Akademie Gemeinnütziger Wissenschaften, Erfurt 2004.

Kienzler, Wolfgang [2009]: Begriff und Gegenstand. Eine historische und systematische Studie zur Entwicklung von Gottlob Freges Denken. Klostermann, Frankfurt am Main 2009 (Philosophische Abhandlungen 98).

Kirchhoff, Gustav [1876]: Vorlesungen über mathematische Physik. 4 Bde., Teubner, Leipzig 1876 – 1894 [Bd. 2 hrsg. von K. Hensel; Bde. 3 und 4, hrsg. von M. Planck].

Knopf, Otto [1880]: Über die Methoden zur Bestimmung der mittleren Dichtigkeit der Erde. Neuenhahn, Jena 1880 [Dissertation, Universität Jena].

Knopf, Otto [1889]: Meridianbeobachtungen von Vergleichssternen für kleine Planeten, Cometen und den Mond. Astron. Nachr. 122 (1889), Sp. 145 – 156.

Knopf, Otto [1892]: Der Photochronograph des Georgetown College Observatory. Zeitschr. f. Instrumentenkunde 12 (1892), S. 242 – 247.

Knopf, Otto [1893a]: Der Photochronograph in seiner Anwendung zu Polhöhenbestimmungen. Zeitschr. f. Instrumentenkunde 13 (1893), S. 150 – 154.

Knopf, Otto [1893b]: Die Schmidt'sche Sonnentheorie und ihre Anwendung auf die Methode der spektroskopischen Bestimmung der Rotationsdauer der Sonne. Vopelius, Jena 1893 [Habilitationsschrift, Universität Jena].

Knopf, Otto [1894a]: Die Schmidt'sche Sonnentheorie und ihre Anwendung auf die Methode der spectroskopischen Bestimmung der Rotationsdauer der Sonne. Astron. Nachr. 134 (1894), Sp. 105 – 120.

Knopf, Otto [1894b]: Beobachtungen von Cometen und kleinen Planeten auf der Grossherzoglichen Sternwarte zu Jena im Jahre 1892. Astron. Nachr. 134 (1894), Sp. 201 – 210.

Knopf, Otto [1894c]: Der Photochronograph in seiner Anwendung zu Polhöhenbestimmungen. Zeitschr. f. Instrumentenkunde 14 (1894), S. 79 – 83.

Knopf, Otto [1895]: Das photographische Zenithfernrohr der Georgetowner Sternwarte. Zeitschr. f. Instrumentenkunde 15 (1895), S. 97 – 101.

Knopf, Otto [1896]: Zur Reduction wegen Krümmung des Parallels beim Meridiankreis. Astron. Nachr. 141 (1896), Sp. 147 – 148; Zusatz zu der Bemerkung über die Reduction wegen Krümmung des Parallels, Sp. 421 – 422.

Knopf, Otto [1937]: Die Astronomie an der Universität Jena von der Gründung der Universität im Jahre 1558 bis zur Entpflichtung des Verfassers im Jahre 1927. Fischer, Jena 1937 (Zeitschr. des Vereins für Thüring. Geschichte und Altertumskunde, N. F., Beiheft 19) (Beiträge zur Geschichte der Universität Jena, 7).

Koch, Helga [1986]: Oskar Xaver Schlömilch – Mathematiker, Wissenschafts- und Bildungsorganisator. 2 Bde. Pädagog. Hochschule Dresden, 1986 [Dissertation A].

Krause, Martin [1901]: (Nekrolog auf) Oscar Schlömilch. Ber. über die Verhandl. der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl. 53 (1901), S. 507 – 520.

Kreiser, Lothar [2001]: Gottlob Frege. Leben – Werk – Zeit. Meiner, Hamburg 2001.

Kries, Johannes von; Auerbach, Felix [1877]: Die Zeitdauer einfachster psychischer Vorgänge. Archiv für Anatomie und Physiologie. Physilog. Abt. 1877, S. 297 – 378.

Kublik, Steffen [2009]: Die Universität Jena und die Wissenschaftspolitik der ernestinischen Höfe um 1800. Tectum, Marburg 2009 (Wissenschaftliche Bei-

träge aus dem Tectum-Verlag. Reihe: Geschichtswissenschaft, 6) [Dissertation, Universität Jena].

Kutschera, Franz von [1989]: Gottlob Frege. Eine Einführung in sein Werk. De Gruyter, Berlin u. a. 1989 (De-Gruyter-Studienbuch).

Landau, Edmund [1909]: Handbuch der Lehre von der Verteilung der Primzahlen. 2 Bde., Teubner, Leipzig 1909.

Landau, Edmund [1927]: Vorlesungen über Zahlentheorie. Bd. 2: Aus der analytischen und geometrischen Zahlentheorie. Hirzel, Leipzig 1927.

Lange, Ludwig [1876]: Die geschichtliche Entwicklung des Bewegungsbegriffes und ihr voraussichtliches Endergebniss. Ein Beitrag zur historischen Kritik der mechanischen Principien. Engelmann, Leipzig 1876.

Langer, Paul Victor [1875]: Ueber die Wärmebewegung in einer homogenen Kugelschale, deren Grenzen mit der Zeit veränderliche Temperaturen besitzen. Frommann, Jena 1875 [Habilitationsschrift, Universität Jena].

Lautenschläger, Karl-Heinz [1959]: Die Entwicklung der chemischen Schülerübungen in Deutschland. Karl-Marx-Universität Leipzig, 1959 [Dissertation; überarb. u. gekürzt u. d. T.: Zur Entwicklung $\sim$. Volk und Wissen, Berlin 1963 (Diskussionsbeiträge zu Fragen der Pädagogik, 38)].

Lehmann, Jacob Wilhelm Heinrich [1829]: Mathematische Abhandlungen, betreffend die Begründung und Bearbeitung verschiedener mathematischer Theorieen. Nebst Idee eines Systems der Wissenschaft und einem Anhange, welcher es versucht, die Keplerschen Gesetze und andere Gegenstände der höheren Mechanik nach der antiken rein geometrischen Methode zu entwickeln. Kummer, Zerbst 1829.

Lehmann, Jacob Wilhelm Heinrich [1831]: Anfangsgründe der höheren Mechanik. Nach der antiken, rein geometrischen Methode bearb. Reimer, Berlin 1831.

Leubuscher, Georg [1897]: Jahresbericht der Medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena für das Jahr 1896. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., N. F. 24 (1897), S. 225 – 238.

Lexis, Wilhelm (Hrsg.) [1904]: Das Unterrichtswesen im Deutschen Reich. Unter Mitwirkung zahlreicher Universitätslehrer hrsg. Bd. 1: Die Universitäten. Asher, Berlin 1904.

Liebmann, Heinrich [1921]: Johannes Thomae. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 30 (1921), S. 133 – 144.

Lorentz, Hendrik Antoon [1900]: Lehrbuch der Differential- und Integralrechnung und der Anfangsgründe der analytischen Geometrie. Mit besonderer Berücksichtigung der Bedürfnisse der Studierenden der Naturwissenschaften. Unter Mitwirkung des Verfassers übersetzt von G. C. Schmidt. Barth,

Leipzig 1900 (Die holländische Originalausgabe erschien 1882 unter dem Titel: Leerboek der differentiaal – en integraalrekening en van de eerste beginselen der analytischen meetkunde).

Lorenz, Johann Friedrich [1816]: Grundriß der reinen und angewandten Mathematik oder Erster Cursus der gesammten Mathematik. Theil 1: Erster Cursus der reinen Mathematik oder der arithmetischen und geometrischen Wissenschaften; Theil 2: Erster Cursus der angewandten Mathematik oder physisch-mathematischen Wissenschaften; Supplement: Grundlehren der allgemeinen Größenberechnung, Theil 1: Zweyter Cursus der reinen Mathematik oder der arithmetischen und geometrischen Wissenschaften; Theil 2: Zweyter Cursus der angewandten Mathematik oder der physisch-mathematischen Wissenschaften [hrsg. von J. F. Pfaff]. 4. Aufl., Fleckeisen, Helmstedt 1816 – 1819.

Lorey, Wilhelm [1916]: Das Studium der Mathematik an den deutschen Universitäten seit Anfang des 19. Jahrhunderts. Teubner, Leipzig, Berlin 1916 (Abhandlungen über den mathematischen Unterricht in Deutschland, Bd. 3: Einzelfragen des höheren mathematischen Unterrichts, [Teil 2, Abt. 2] H. 9).

Maxwell, James Clerk [1873]: A treatise on electricity and magnetism. 2 vols., Clarendon Press, Oxford 1873.

Maxwell, James Clerk [1883]: Lehrbuch der Electricität und des Magnetismus. Autorisierte deutsche Uebersetzung von B. Weinstein. 2 Bde., Springer, Berlin 1883 [Übersetzung von Maxwell 1873].

Mayer, Johann Tobias [1801]: Anfangsgründe der Naturlehre. Zum Behuf der Vorlesungen über die Experimental-Physik. Dieterich, Göttingen 1801.

Mayer, Johann Tobias [1802]: Gründlicher und ausführlicher Unterricht zur praktischen Geometrie. 5 Theile, 3. verbesserte u. vermehrte Aufl., Vandenhoek und Ruprecht, Göttingen (Theil 4: Palm, Erlangen), 1802 – 1821.

Mayer, Johann Tobias [1818]: Vollständiger Lehrbegriff der höhern Analysis. Bd. 1: Die Differenzialrechnung; Bd. 2: Die Integralrechnung. Vandenhoek und Ruprecht, Göttingen 1818.

Mirbt, Ernst Sigismund [1832]: De philosophorum controversia e variis philosophandi modis exorta. Schreiber, Jena 1832 [Habilitationsschrift, Universität Jena].

Mirbt, Ernst Sigismund [1839]: Was heißt Philosophiren und was ist Philosophie? Sieben einleitende Vorlesungen. Hochhausen, Jena 1839.

Mirbt, Ernst Sigismund [1841]: Kant und seine Nachfolger oder Geschichte des Ursprungs und der Fortbildung der neueren deutschen Philosophie. Bd. 1. Hochhausen, Jena 1841.

Müller, Gerhard [2001]: Die extraordinäre Universität – Jenas Modernisierungsweg. In: Müller/Ries/Ziche 2001, S. 191 – 195.

Müller, Gerhard [2006]: Vom Regieren zum Gestalten. Goethe und die Universität Jena. Winter, Heidelberg 2006 (Ereignis Weimar-Jena. Kultur um 1800. Ästhetische Forschungen, 6).

Müller, Gerhard; Ries, Klaus; Ziche, Paul (Hrsg.) [2001]: Die Universität Jena. Tradition und Innovation um 1800. Tagung des Sonderforschungsbereichs 482: «Ereignis Weimar-Jena. Kultur um 1800» vom Juni 2000. Steiner, Stuttgart 2001 (Pallas Athene. Beiträge zur Universitäts- und Wissenschaftsgeschichte, 2).

Müller, Heinrich Carl Friedrich [1826]: Nacherinnerung zu der im Jahrgang der Isis von 1822 Heft 2 S. 170 vom Herrn Dr. Joh. Friedr. Christian Werneburg zu Jena verfaßten Abhandlung: Zur genauern Erörterung der Lehren vom Fall und vom Wurfe schwerer Körper. Isis 19 (1826), Sp. 767 – 774.

Mumford, David [1984]: Tata lectures on theta II. Jacobian theta functions and differential equations. Birkhäuser, Boston u. a. 1984.

Münchow, Carl Dietrich von [1813a]: Auszug aus einem Briefe des Hrn. v. Münchow, Professor der Astronomie zu Jena. Monatliche Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmels-Kunde 28 (1813), S. 192 – 195.

Münchow, Carl Dietrich von [1813b]: Ueber die Versechsfachung der Bilder, welche einige isländische Krystalle zeigen, und die sich dabei hervorthuende sonderbare Brechung des Lichts. Annalen der Physik 44 (1813), S. 24 – 50.

Münchow, Carl Dietrich von [1816]: Bemerkungen zur Verfertigung achromatischer Objective. Zeitschr. f. Astronomie u. verwandte Wiss. 2 (1816), S. 448 – 462.

Münchow, Carl Dietrich von [1817]: Auszug aus einem Schreiben des Hrn. Professor von Münchow. Zeitschr. f. Astronomie u. verwandte Wiss. 3 (1817), S. 365 – 369.

Münchow, Carl Dietrich von [1829]: Gegenbemerkungen zur vorstehenden «richtigen Katoptrik». Verhandl. der Ksl. Leop.-Carol. Akad. der Naturforscher 6 (1829), S. 619 – 638.

Nelson, Leonard [1906]: Vier Briefe von Gauss und Wilhelm Weber an Fries. Abh. der Fries'schen Schule, N. F. 1 (1904/06), S. 431 – 440.

Neue Deutsche Biographie. Hrsg. von der Historischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Bd. 1: Aachen – Behaim – Bd. 23: Schinzel – Schwarz, Duncker und Humblot, Berlin 1953 – 2007.

Neumann, Olaf [2008]: Mathematik an der Universität Jena – Geschichte und Geschichten. In: Köhler, Werner u. a. (Hrsg.): Vitalprinzip Akademie. Festgabe der Akademie gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt zur

450-Jahr-Feier der Friedrich Schiller Universität Jena. Verlag der Akademie gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt, Erfurt 2008 (Sonderschriften der Akademie gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt, 38), S. 283 – 304.

Neumann, Olaf [2009]: Ein Jahrhundert Mathematik an der Universität Jena (1780 – 1879): Von der Kombinatorik zur Funktionentheorie. In: Fothe, Michael; Zimmermann, Bernd (Hrsg.): Zur Geschichte der Mathematik in Jena. Wurzeln strukturwissenschaftlichen Denkens. Beiträge zu einem Kolloquium der Abteilung für Didaktik der Mathematik und Informatik anläßlich des 450-jährigen Bestehens der Universität. Verlag IKS Garamond, Jena 2009, S. 51 – 63 (Schriftenreihe des Frege Centre of Structural Sciences, 1).

Neuper, Horst [2003] (Hrsg.): Das Vorlesungsangebot an der Universität Jena von 1749 bis 1854. 2 Bde., VDG, Weimar 2003 [Unter Mitarbeit von Katarina Kühn und Matthias Müller].

Nipperdey, Thomas [1972]: Verein als soziale Struktur in Deutschland im späten 18. und frühen 19. Jahrhundert. In: Boockmann, Hartmut; Esch, Arnold; Heimpel, Hermann; Nipperdey, Thomas; Schmidt, Heinrich: Geschichtswissenschaft und Vereinswesen im 19. Jahrhundert. Beiträge zur Geschichte historischer Forschung in Deutschland. Vandenhoeck und Ruprecht, Göttingen 1972 (Veröffentlichungen des Max-Planck-Instituts für Geschichte, 1), S. 1 – 44.

Nipperdey, Thomas [1985]: Deutsche Geschichte. 1800 – 1866. Bürgerwelt und starker Staat. 3., überarb. Aufl., Beck, München 1985.

[Oken, Lorenz] [1818a]: [Rezension von:] Werneburg, J. Friedrich Christian: Merkwürdige Phänomene an und durch verschiedene Prismen. Zur richtigen Würdigung der Newtonischen und der von Göthischen Farbenlehre. Schrag, Nürnberg. [18]17. Isis 2 (1818), Sp. 433 – 446.

[Oken, Lorenz] [1818b]: [Rezension von:] Werneburg, J. Friedrich Christian: Ueber die zeitherige Bestimmung der Dauer eines Pendel-Schlags und der Fall-Höhe in einer Sekunde. Bärecke, Eisenach 1817. Isis 2 (1818), Sp. 844 – 852.

Olesko, Kathryn M. [1991]: Physics as a calling. Discipline and practice in the Königsberg Seminar for Physics. Cornell University Press, Ithaca, London 1991 (Cornell history of science series).

Parthier, Benno; Engelhardt, Dietrich von (Hrsg.): 350 Jahre Leopoldina – Anspruch und Wirklichkeit. Festschrift der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina 1652 – 2002. Druck-Zuck, Halle 2002.

Patze, Hans; Schlesinger, Walter (Hrsg.) [1978]: Geschichte Thüringens. Bd. 5: Politische Geschichte in der Neuzeit. Teil 2. Böhlau, Köln, Wien 1978 (Mitteldeutsche Forschungen, 48, 5,2).

Peckhaus, Volker [1990]: Hilbertprogramm und kritische Philosophie. Das Göttinger Modell interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen Mathematik und Philosophie. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1990 [Dissertation, Universität Erlangen-Nürnberg].

Piltz, Adolf [1881]: Ueber das Gesetz, nach welchem die mittlere Darstellbarkeit der natürlichen Zahlen als Produkte einer gegebenen Anzahl Faktoren mit der Grösse der Zahlen wächst. Hermann, Berlin 1881 [Dissertation, Universität Berlin].

Piltz, Adolf [1884]: Ueber die Häufigkeit der Primzahlen in arithmetischen Progressionen und über verwandte Gesetze. Jena 1884 [Habilitationsschrift, Universität Jena].

Piltz, Adolf [1886]: Ueber zahlentheoretische Interferenzerscheinungen. Sitzungsber. der Jenaischen Ges. f. Medicin u. Naturwiss. für das Jahr 1885 (Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., N. F. 12 (1886), Supplement), S. 42 – 43.

Piltz, Adolf [1892a]: Eine Mittheilung aus der Zahlentheorie. Verhandl. der Geselllschaft deutscher Naturforscher und Ärzte. 64. Versammlung zu Halle a. S. 21.-25. September 1891. Theil 2: Abtheilungs-Sitzungen. Vogel, Leipzig 1892, S. 15 – 16.

Piltz, Adolf [1892b]: Mitteilung über das Dreikörperproblem. Jahresber. der Dt. Mathematiker-Vereinigung 1. 1890 – 91 (1892), S. 68 – 70.

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 1825 – 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.

Poppe, Johann Heinrich Moritz von [1815]: Lehrbuch der reinen und angewandten Mathematik. Nach einem neuen Plane bearb. Bd. 2: Angewandte Mathematik. Hermann, Frankfurt am Main 1815.

Posselt, Johannes Friedrich [1816]: Elemente und Ephemeride der Juno Bahn aus den vier letzten Oppositionen berechnet. Zeitschr. f. Astronomie u. verwandte Wiss. 2 (1816), S. 284 – 287.

Posselt, Johannes Friedrich [1823]: Einige Nachrichten über die Sternwarte in Jena. Astron. Nachr. 1 (1823), Sp. 1 – 6.

Preyer, Wilhelm [William Thierry] [1878]: Kurze[r] Bericht über die Geschichte der medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft und die Veränderungen des Personalbestandes im Jahre 1878. Sitzungsber. der Jenaischen Ges. f. Medicin u. Naturwiss. für das Jahr 1878 (Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., N. F. 5 (1878), Supplement), S. CVII-CIX.

Pringsheim, Ernst [1921]: Physik der Sonne. In: Hartmann, Johannes (Red.): Astronomie. Teubner, Leipzig, Berlin 1921 (Hinneberg, Paul (Hrsg.): Die Kultur der Gegenwart. Ihre Entwicklung und ihre Ziele. Teil 3: Mathematik, Naturwissenschaften, Medizin. Abt. 3: Anorganische Naturwissenschaften, Bd. 3), S. 318 – 372.

Rasche, Ulrich [2001]: Umbrüche – Zur Frequenz der Universität Jena im ausgehenden 18. und frühen 19. Jahrhundert. In: Müller/Ries/Ziche 2001, S. 79 – 134.

Rasche, Ulrich [2005]: Studien zur Habilitation und zur Kollektivbiographie Jenaer Privatdozenten 1835 – 1914. In: Steinbach/Gerber 2005, S. 129 – 191.

Riederer, Jens [1994]: Aufgeklärte Sozietäten und absolutistischer Staat im Herzogtum Sachsen-Weimar-Eisenach. Zur politischen Kultur eines Kleinstaates. In: John, Jürgen (Hrsg.): Kleinstaaten und Kultur in Thüringen vom 16. bis 20. Jahrhundert. Böhlau, Weimar u. a. 1994, S. 233 – 256.

Ritter, Johann Wilhelm [1798]: Beweis, daß ein beständiger Galvanismus den Lebensproceß in dem Thierreich begleite. Nebst neuen Versuchen und Bemerkungen über den Galvanismus. Industrie-Comptoir, Weimar 1798.

Ritter, Johann Wilhelm [1800]: Beyträge zur nähern Kenntniss des Galvanismus und der Resultate seiner Untersuchung. 2 Bde. Frommann, Jena 1800 – 1805.

Rothert, Eduard [1895]: Karten und Skizzen aus der Geschichte. 6 Bde., Bagel, Düsseldorf 1895 – 1900.

Schaeffer Hermann [1850]: De ratione inter arithmeticam et geometriam. Frommann, Jena 1850 [Habilitationsschrift, Universität Jena].

Schaeffer, Hermann [1851]: Zu den Vorlesungen über Maschinen. [Ratz, Jena, ca. 1851].

Schaeffer, Hermann [1857]: Lehrbuch der Stereometrie. Brockhaus, Leipzig 1857 [Teil 3 von Snell 1857].

Schaeffer, Hermann [1864]: Zu den Vorlesungen über Anwendung der Elektricität insbesondere auf Telegraphen. Ratz, Jena [1864].

[Schaeffer, Hermann] [1875]: Heinrich Ludwig Friedrich Schrön. Leopoldina. Amtliches Organ der Ksl. Leop.-Carol. Dt. Akad. der Naturforscher. H. 11 (1875), S. 100 – 104.

Schaeffer, Hermann [o. J.]: Zu den Vorlesungen über Geodäsie. [Ratz, Jena], o. J.

Schielicke, Reinhard E. [1990]: Der Einfluß Ernst Abbes auf den astronomischen Gerätebau in Jena. Sterne und Weltraum 29 (1990), S. 96 – 101.

Schielicke, Reinhard E. [2008]: Von Sonnenuhren, Sternwarten und Exoplaneten: Astronomie in Jena. Bussert und Stadeler, Jena 2008.

Schlömilch, Oskar [1843a]: Ueber die Methode der unbestimmten Coeffizienten und verwandte Gegenstände. Archiv der Math. u. Physik 3 (1843), S. 269 – 277.

Schlömilch, Oskar [1843b]: Ueber die Integration unendlicher Reihen. Archiv der Math. u. Physik 3 (1843), S. 278 – 283.

Schlömilch, Oskar [1843c]: Beiträge zur Theorie bestimmter Integrale. Frommann, Jena 1843.

Schlömilch, Oskar [1844a]: Ueber einige durch bestimmte Integrale summirbare Reihen. Archiv der Math. u. Physik 4 (1844), S. 23 – 38.

Schlömilch, Oskar [1844b]: Analytische Aphorismen. Archiv der Math. u. Physik 5 (1844), S. 90 – 101.

Schlömilch, Oskar [1844c]: Gegen Herrn Doctor Barfuss. Archiv der Math. u. Physik 5 (1844), S. 374 – 400.

Schlömilch, Oskar [1844d]: Ueber den zweiten Aufsatz des Herrn Doctor Barfuss (Theil 5, Heft 2, S. 155). Archiv der Math. u. Physik 5 (1844), S. 437 – 442.

Schlömilch, Oskar [1845]: Handbuch der mathematischen Analysis. Bd. 1 Handbuch der algebraischen Analysis. Frommann, Jena 1845.

Schlömilch, Oskar [1846]: Ueber die Bewegung eines schweren Punktes auf einer krummen Linie. Archiv der Math. u. Physik 8 (1846), S. 157 – 165.

Schlömilch, Oskar [1847a]: Ueber eine eigenthümliche Erscheinung bei Reihensummirungen. Archiv der Math. u. Physik 10 (1847), S. 45 – 53.

Schlömilch, Oskar [1847b]: Ueber die Differenziation unendlicher Reihen. Archiv der Math. u. Physik 10 (1847), S. 74 – 77.

Schlömilch, Oskar [1847c]: Mein letztes Wort gegen Herrn Doctor Barfuss. Archiv der Math. u. Physik 10 (1847), S. 321 – 325.

Schlömilch, Oskar [1847d]: Handbuch der Differenzial- und Integralrechnung. Theil 1: Differenzialrechnung. Otte, Greifswald 1847.

Schlömilch, Oskar [1848]: Analytische Studien. 2 Abth., Engelmann, Leipzig 1848.

Schlömilch, Oskar [1850a]: Zur Theorie der Reihen. Archiv der Math. u. Physik 14 (1850), S. 146 – 153.

Schlömilch, Oskar [1850b]: Mathematische Abhandlungen. Katz, Dessau 1850.

Schlömilch, Oskar [1850c]: Ueber das Theorem von Mac Laurin. In: Schlömilch 1850b, S. 5 – 28.

Schlömilch, Oskar [1850d]: Die Bürmann'sche Reihe. In: Schlömilch 1850b, S. 31 – 92.

Schlömilch, Oskar [1851a]: Der Attractionscalcül. Schmidt, Halle 1851.

Schlömilch, Oskar [1851b]: Die Reihenentwickelungen der Differenzial- und Integralrechnung. Teubner, Dresden 1851 (Programm zu den vom 9. bis 12. April 1851 mit den Schülern der technischen Bildungsanstalt und der Gewerkenschule zu Dresden zu haltenden öffentlichen Prüfungen).

Schlömilch, Oskar [1853]: Compendium der höheren Analysis. Vieweg, Braunschweig 1853.

Schlömilch, Oskar [1855]: Über die Bestimmung der Massen und der Trägheitsmomente symmetrischer Rotationskörper von ungleichförmger Dichtigkeit. Abh. der Math.-Phys. Cl. der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl. 2 (1855), S. 377 – 393.

Schlömilch, Oskar [1856]: Ueber den Satz vom Parallelogramm der Kräfte. Ber. über die Verhandl. der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl. 8 (1856), S. 138 – 143.

Schlömilch, Oskar (Hrsg.) [1861]: Lehrbuch der analytischen Mechanik von Duhamel. 2 Bde., 2., gänzlich umgearbeitete Aufl. Neue wohlfeile Ausgabe, Teubner, Leipzig 1861 [Bearb. Übersetzung v. Duhamel, Jean-Marie Constant: Cours de mécanique].

Schlote, Karl-Heinz [1988]: Zum Einfluß der Philosophie Condillacs auf die Entwicklung der Mathematik. Wiss. Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Gesellschaftswiss. Reihe 37 (1988), H. 9, S. 50 – 55.

Schlote, Karl-Heinz [2004a]: Zu den Wechselbeziehungen zwischen Mathematik und Physik an der Universität Leipzig in der Zeit von 1830 bis 1904/05. Hirzel, Stuttgart, Leipzig 2004 (Abh. der Sächs. Akad. der Wiss. zu Leipzig, Math.-naturwiss. Kl., Bd. 63, H. 1).

Schlote, Karl-Heinz [2004b]: Carl Neumann's contributions to electrodynamics. Physics in perspective 6 (2004), S. 252 – 270.

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 von Mathematik und Physik in ihren Wechselwirkungen).

Schlote, Karl-Heinz; Schneider, Martina [2009a]: 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 von Mathematik und Physik in ihren Wechselwirkungen).

Schlote, Karl-Heinz; Schneider, Martina [2009b]: 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. Deutsch, Frankfurt am Main 2009 (Studien zur Entwicklung von Mathematik und Physik in ihren Wechselwirkungen).

Schmid, Ernst Erhard [1840]: Elementa doctrinae de luce undulatoriae inductionibus comprobata. Bran, Jena 1840 [Dissertation, Universität Jena].

Schmid, Ernst Erhard [1842]: Versuch einer inductorischen Entwicklung der Undulationstheorie. Annalen der Physik, [2. Folge,] 56 (1842), S. 393 – 406, 541 – 557.

Schmid, Ernst Erhard [1850]: Physik, anorganische Chemie und Mineralogie. Für Landwirthe bearb. Vieweg, Braunschweig 1850 (Schleiden, M. J.; Schmid, E. E.: Encyclopädie der gesammten theoretischen Naturwissenschaften. In ihrer Anwendung auf die Landwirthschaft. Umfassend Physik, anorganische Chemie, organische Chemie, Meteorologie, Mineralogie, Geognosie, Bodenkunde, Düngerlehre, Pflanzenphysiologie, Thierphysiologie und Theorie des rationellen Ackerbaues. In 3 Bdn., Band 1).

Schmid, Ernst Erhard [1860]: Lehrbuch der Meteorologie. Voss, Leipzig 1860 (Karsten, Georg (Hrsg.) Allgemeine Encyklopädie der Physik, 21).

Schmid, Ernst Erhard [1862]: Grundriss der Meteorologie. Voss, Leipzig, 1862.

Scholz, Erhard [1989]: Symmetrie, Gruppe, Dualität. Zur Beziehung zwischen theoretischer Mathematik und Anwendungen in Kristallographie und Baustatik des 19. Jahrhunderts. Birkhäuser, Basel u. a., 1989 (Science networks, 1)

Schomerus, Friedrich [1955]: Werden und Wesen der Carl-Zeiss-Stiftung. An der Hand von Briefen und Dokumenten aus der Gründungszeit (1886 – 1896). 2. durchgesehene und ergänzte Aufl., Fischer, Stuttgart 1955.

Schrön, Ludwig [1826]: Vergleichende Uebersicht und nähere Darstellung der Witterung zu Jena, Ilmenau und Wartburg [und] Meteorologische Beobachtungen zu Jena, Ilmenau und auf dem Schloß Wartburg bei Eisenach. Zur Vergleichung zusammengestellt, im Monat Januar 1826. Journal f. Chemie und Physik 46 (1826), zwei Faltblätter nach S. 384 eingefügt; ∼ im Monat Februar 1826, nach S. 496; ∼ im Monat März 1826. Ebenda, 47 (1827), nach S. 136; ∼ im Monat April 1826, nach S. 265; ∼ im Monat May 1826, nach S. 384; ∼ im Monat Juni 1826, nach S. 498; ∼ im Monat Juli 1826. Ebenda, 48 (1826) [Die Übersicht war im Inhaltsverzeichnis des eingesehenen Bandes aufgeführt, jedoch nicht im Band enthalten.].

Schrön, Ludwig [1835a]: Meteorologisches Jahrbuch der Grossherzoglichen Sternwarte zu Jena. N. F. der meteorologischen Beobachtungen der Grossherzoglichen Sternwarte Jg. 1 vom Jahre 1833. Beilage zu: Verhandl. der Ksl. Leop.-Carol. Akad. der Naturforscher, 9, Abt. 1 (1835).

Schrön, Ludwig [1835b]: Höhenbestimmungen im Großherzogthume Sachsen-Weimar-Eisenach zusammengestellt und mit einigen Folgerungen begleitet. Albrecht, Weimar 1835 [Sonderdruck aus dem Staats-Handbuch des Großherzogthumes Sachsen-Weimar-Eisenach vom Jahre 1835].

Schrön, Ludwig [1836]: Meteorologisches Jahrbuch der Grossherzoglichen Sternwarte zu Jena. N. F. der meteorologischen Beobachtungen der Grossherzoglichen Sternwarte Jg. 2 vom Jahre 1834. Beilage zu: Verhandl. der Ksl. Leop.-Carol. Akad. der Naturforscher, 10, Abt. 1 (1836).

Schrön, Ludwig [1837]: Sonnenfinsterniss am 15ten Mai 1836. Astron. Nachr. 14 (1837), Sp. 98 [Über Beobachtungen an der Großherzoglichen Sternwarte zu Jena innerhalb eines Artikels v. Carl Rümker].

Schrön, Ludwig [1838a]: Meteorologisches Jahrbuch der Grossherzoglichen Sternwarte zu Jena. N. F. [der meteorologischen Beobachtungen der Grossherzoglichen Sternwarte] Jg. 3 vom Jahre 1835. Beilage zu: Verhandl. der Ksl. Leop.-Carol. Akad. der Naturforscher, 10, Abt. 2 (1838).

Schrön, Ludwig [1838b]: Tafeln der drei- und fünfstelligen Logarithmen bezüglich für die Zahlen 1 bis 1400 und 1 bis 14000. Frommann, Jena 1838.

Schrön, Ludwig [1838c]: De analysi mixtionum chemicarum, quarum partes nulla sunt ratione stoechiometrica coniunctae, neque, dum analysis adhibetur, dissolvuntur. [Ueber die Analyse solcher chemischer Gemenge, deren Bestandtheile in derselben verbunden bleiben] Frommann, Jena 1838 [Dissertation, Universität Jena].

Schrön, Ludwig [1842]: Berechnung der Versuche mit Wackenroder's aräometrischem Probeglase. Archiv der Pharmacie, Reihe 2, 29 (1842), S. 269 – 299.

Schrön, Ludwig [1843]: Ueber die Construction und Prüfung der Scalen zu den Scalenaräometern. Archiv der Pharmacie, Reihe 2, 33 (1843), S. 1 – 40.

Schrön, Ludwig [1846]: Stöchiometrische Hülfstafeln. Nebst einer Anweisung zu logarithmisch-stöchiometrischen Rechnungen. Hahn, Hannover 1846.

Schrön, Ludwig [1850a]: Die Münchener Tafel zur Reduction der Wägungen auf den luftleeren Raum. Archiv der Pharmacie, 2. Reihe, 61 (1850), S. 257 – 265.

Schrön, Ludwig [1850b]: Ueber die Berechnung des Alkoholgehalts im Weingeiste. Archiv der Pharmacie, Reihe 2, 62 (1850), S. 257 – 304.

Schrön, Ludwig [1860]: Siebenstellige gemeine Logarithmen der Zahlen von 1 bis 108000 und der Sinus, Cosinus, Tangenten und Cotangenten aller Winkel des Quadranten von 10 zu 10 Secunden. Nebst einer Interpolationstafel zur Berechnung der Proportionaltheile. Gesammt-Ausgabe. In 3 Tafeln, Vieweg, Braunschweig 1860.

Schubring, Gert [1983]: Die Entstehung des Mathematiklehrerberufs im 19. Jahrhundert. Studien und Materialien zum Prozeß der Professionalisierung in

Preußen 1810 – 1870. Beltz, Weinheim, Basel, 1983 (Bielefelder Beiträge zur Ausbildungsforschung und Studienreform, 2).

Schubring, Gert [1996]: The cooperation between Hermann and Robert Grassmann on the foundations of mathematics. In: Schubring, Gert (ed.): Hermann Günther Graßmann (1809 – 1877). Visionary mathematician, scientist and neohumanist scholar. Papers from a sesquicentennial conference. Kluwer, Dordrecht u. a. 1996 (Boston studies in the philosophy of science, 187), S. 59 – 70.

Schueler, Gustav [1832]: De ferro ochraceo viridi (Grüne Eisenerde, W.) et aliis quibusdam fossilibus hoc nomine comprehensis praecipue vero de hypochlorite. Frommann, Jena 1832 [Habilitationsschrift, Universität Jena].

Schultze, Joachim Heinrich [1955]: Jena. Werden, Wachstum und Entwicklungsmöglichkeiten der Universitäts- und Industriestadt. Fischer, Jena 1955 [Unter Mitarbeit von Paul Hübschmann, Fritz Koerner u. Hermann Meyer].

Schweins, Ferdinand [1808]: System der Geometrie. Mit einer Einleitung in die Größenlehre. Als Handbuch zu Vorlesungen entworfen. 2 Bde., Vandenhoek und Ruprecht, Göttingen 1808.

Schweins, Ferdinand [1810]: Mathematik für den ersten wissenschaftlichen Unterricht systematisch entworfen. 1: Größenlehre oder Arithmetik und Algebra. 2: Geometrie. Heyer, Darmstadt 1810.

Snell, Karl [1833]: Skizze einer philosophischen Begründung des Gymnasial-Unterrichts. Rede, gehalten am 19. Februar 1832. In Commission bei Wagner, Dresden 1833 [Erschien zusammen mit einer Rede v. Karl Müller].

Snell, Karl [1834]: Ueber Zweck und Einrichtung eines Realgymnasiums. Arnold, Dresden, Leipzig 1834 (Dresden, Vitzthum'sches Geschlechtsgymnasium und Blochmann'sche Erziehungsanstalt. Programm 10. 1834).

Snell, Karl [1841]: Lehrbuch der Geometrie. Brockhaus, Leipzig 1841.

Snell, Karl [1843]: Newton und die mechanische Naturwissenschaft. Arnold, Dresden, Leipzig 1843.

Snell, Karl [1846]: Einleitung in die Differential- und Integralrechnung. Theil 1: Vom ersten Differentialquotienten. Theil 2: Von den höheren Differentialquotienten. Brockhaus, Leipzig 1846 – 1851.

Snell, Karl [1847]: Ueber das Wesen und die Eigenthümlichkeiten der nächtlichen Thiere. Minerva. Ein Journal für Geschichte, Politik und Gegenwart 221 (1847), S. 377 – 429.

Snell, Karl [1857]: Lehrbuch der Geometrie für Schulen und zum Selbstunterricht. Theil 1: Lehrbuch der gradlinigten Planimetrie. Theil 2: Kreislehre und ebene Trigonometrie. Theil 3: Lehrbuch der Stereometrie (bearb. von H.

Schaeffer). Brockhaus, Leipzig 1857 – 1858 [Theil 1 u. 2 erschienen als 2. Aufl. von Snell 1841].

Snell, Karl [1858]: Die Streitfrage des Materialismus. Ein vermittelndes Wort. Frommann, Jena 1858.

Snell, Karl [1863]: Die Schöpfung des Menschen. Arnold, Leipzig 1863.

Sohncke, Leonhard [1867]: Die Gruppirung der Molecüle in den Krystallen. Eine theoretische Ableitung der Krystallsysteme und ihrer Unterabtheilungen. Annalen der Physik, [2. Folge,] 132 (1867), S. 75 – 106.

Sohncke, Leonhard [1874]: Die regelmässigen ebenen Punktsysteme von unbegrenzter Ausdehnung. Journal f. die reine u. angew. Math. 77 (1874), S. 47 – 101.

Sohncke, Leonhard [1876]: Die unbegrenzten regelmässigen Punktsysteme als Grundlage einer Theorie der Krystallstruktur. Braun, Karlsruhe 1876 [Aus: Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Karlsruhe 7 (1876), S. 113 – 196].

Sohncke, Leonhard [1879]: Entwickelung einer Theorie der Krystallstruktur. Teubner, Leipzig 1879.

Sohncke, Leonhard [1881]: Ein Apparat zur Beobachtung der Newton'schen Ringe. Annalen der Physik, [3. Folge,] 13 (1881), S. 139 – 141.

Sohncke, Leonhard [1882]: Ableitung des Grundgesetzes der Krystallographie aus der Theorie der Krystallstructur. Annalen der Physik, [3. Folge,] 16 (1882), S. 489 – 500.

Sohncke, Leonhard [1883]: Ueber den Zustand und die Ziele der heutigen Physik. Deutsche Rundschau 36 (1883), S. 265 – 274.

Sohncke, Leonhard [1885]: Der Ursprung der Gewitter-Elektricität und der gewöhnlichen Elektricität der Atmosphäre. Eine meteorologisch-physikalische Untersuchung. Fischer, Jena 1885.

Sohncke, Leonhard [1886]: Electromagnetische Drehung natürlichen Lichts. Annalen der Physik, [3. Folge,] 27 (1886), S. 203 – 219.

Sohncke, Leonhard; Wangerin, Albert [1881]: Neue Untersuchungen über die Newton'schen Ringe. Annalen der Physik, [3. Folge,] 12 (1881), S. 1 – 40, 201 – 249.

Sohncke, Leonhard; Wangerin, Albert [1883]: Ueber Interferenzerscheinungen an dünnen, insbesondere keilförmigen Blättchen. Annalen der Physik, [3. Folge,] 20 (1883), S. 177 – 227; 2. (Experimenteller Theil), S. 391 – 425.

Stahl, Ernst [1888]: Bericht über den Stand und die Thätigkeit der Gesellschaft im Jahre 1887. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., N. F. 15 (1888), S. 386 – 387.

Steinbach, Matthias [2008]: «… durch jahrelange Versumpfung jeglichen Halt verloren.» Adolf Piltz (1855 – 1940). In: Steinbach/Ploenus 2008, S. 198 – 212.

Steinbach, Matthias; Gerber, Stefan (Hrsg.) [2005]: «Klassische Universität» und «akademische Provinz». Studien zur Universität Jena von der Mitte des 19. bis in die dreißiger Jahre des 20. Jahrhunderts. Bussert und Stadeler, Jena, Quedlinburg 2005.

Steinbach, Matthias; Ploenus, Michael (Hrsg.) [2008]: Ketzer, Käuze, Querulanten. Außenseiter im universitären Milieu. Bussert und Stadeler, Jena, Quedlinburg 2008.

Steinmetz, Max (Hrsg.) [1958]: Geschichte der Universität Jena 1548/58 – 1958. Festgabe zum vierhundertjährigen Universitätsjubiläum. Im Auftr. von Rektor und Senat verf. und hrsg. von einem Kollektiv des Histor. Inst. der Friedrich-Schiller-Univ. Jena unter Leitung von Max Steinmetz. Bd. 1: Darstellung. Fischer, Jena 1958.

Stolz, Rüdiger; Wittig, Joachim (Hrsg.) [1993]: Carl Zeiss und Ernst Abbe. Leben, Wirken und Bedeutung. Wissenschaftshistorische Abhandlung. Universitätsverlag, Jena 1993.

Straubel, Rudolf [1893]: Theorie der Beugungserscheinungen kreisförmig begrenzter, symmetrischer, nicht sphärischer Wellen. Verlag der Akademie, in Kommission bei G. Franz, München 1893 (Aus Abh. der Math.-Phys. Cl. der Königl. Bayer. Akad. der Wiss., Bd. 18 1893/95 (1895), S. 111 – 192) [Habilitationsschrift, Universität Jena].

Straubel, Rudolf [1894a]: Dioptrik in Medien mit continuirlich variablem Brechungsindex. In: Winkelmann 1891b, Bd. 2, Abth. 1 (1894), S. 344 – 384.

Straubel, Rudolf [1894b]: Die Justirung und Prüfung von Fernrohrobjektiven. Zeitschr. f. Instrumentenkunde 14 (1894), S. 113 – 124; (Fortsetzung), S. 153 – 163; (Schluss), S. 189 – 201 [Übersetzung der Firmenschrift: T. Cooke & Sons: On the adjustment and testing of telescopic objectives].

Straubel, Rudolf [1895]: Zwei allgemeine Sätze über Fraunhofer'sche Beugungserscheinungen. Annalen der Physik, [3. Folge,] 56 (1895), S. 746 – 761.

Straubel, Rudolf [1898a]: Theorie und Anwendung eines Instrumentes zur Messung des Astigmatismus (Astigmometer). Annalen der Physik, [3. Folge,] 64 (1898), S. 794 – 808.

Straubel, Rudolf [1898b]: Ueber einen Abbildungsfehler beim Prisma. Annalen der Physik, [3. Folge,] 66 (1898), S. 346 – 349.

Straubel, Rudolf [1898c]: Ein Beleuchtungsapparat für monochromatisches Licht mit festen Spalten. Annalen der Physik, [3. Folge,] 66 (1898), S. 350 – 352.

Straubel, Rudolf [1898d]: Ueber die Bestimmung zeitlicher Veränderungen der Lothlinie. Beiträge zur Geophysik. Zeitschr. f. physikalische Erdkunde 3 (1898), S. 247 – 272.

Straubel, Rudolf [1899]: Ueber die Elasticitätszahlen und Elasticitätsmoduln des Glases. Annalen der Physik, [3. Folge,] 68 (1899), S. 369 – 413.

Suckow, Gustav [1828]: Commentatio physica de lucis effectibus chemicis in corpora organica et organis destituta. Nihil luce obscurius. Bran, Jena, 1828.

Suckow, Gustav [1829]: De morphologiae legibus cum stoechiologiae principiis accurate comparandis: Specimen inaugurale physicum. Bran, Jena 1829.

Suckow, Gustav [1831a]: Die bedeutendsten Erz- und Gesteinslager und ihre hauptsächlichsten Begleiter im schwedischen Urgebirge. Cröcker, Jena 1831.

Suckow, Gustav [1831b]: Übersicht der Mineralkörper nach ihren Bestandtheilen. In Tafeln entworfen. Leske, Darmstadt 1831.

Suckow, Gustav [1832]: Die chemischen Wirkungen des Lichtes. Leske, Darmstadt 1832.

Suckow, Gustav [1837]: Die farbigen Schatten, ihr Entstehen und Verhältniß zum Beobachter. (Aus den Miscellen besonders abgedruckt) o. Verlag, Jena 1837.

Suckow, Gustav [1839]: Systematische Encyklopädie und Methodologie der theoretischen Naturwissenschaften. Schwetschke, Halle 1839.

Suckow, Gustav [1840]: System der Physik. Mit Beziehung auf Künste und Gewerbe. Ein Grundriß für akademische Vorlesungen. Leske, Darmstadt 1840.

Suckow, Gustav [1843a]: Ueber die Intensitätsverschiedenheit des Schalles am Tage und in der Nacht. Leske, Darmstadt 1843.

Suckow, Gustav [1843b]: Die barometrische Hypsometrie. Leske, Darmstadt 1843.

Suckow, Gustav [1843c]: Ueber die Ursache der allmähligen Trübung achromatischer Objectivgläser. Journal f. praktische Chemie 28 (1843), S. 124 – 126.

Suckow, Gustav [1863]: Zur Naturwissenschaft. Wiegandt und Hempel, Berlin 1863.

Temler, Carl Heinrich Anton [1834]: De cycloide. Industrie-Comptoir. Weimar 1834 [Habilitationsschrift, Universität Jena].

Temler, Carl Heinrich Anton [1838]: Lehrbuch der ebenen und körperlichen Trigonometrie. Hochhausen, Jena 1838.

Thibaut, Bernhard Friedrich [1809]: Grundriß der allgemeinen Arithmetik oder Analysis. Zum Gebrauch bey academischen Vorlesungen. Dieterich, Göttingen 1809.

Thibaut, Bernhard Friedrich [1818]: Grundriß der reinen Mathematik. Zum Gebrauch bey academischen Vorlesungen. 3., verbesserte Aufl., Vandenhoek und Ruprecht, Göttingen 1818.

Thomae, Johannes [1870]: Abriss einer Theorie der complexen Functionen und der Thetafunctionen einer Veränderlichen. Nebert, Halle 1870 [2., vermehrte Aufl., 1873; 3., erheblich vermehrte Aufl., 1890 u. d. T.: Abriss einer Theorie der Functionen einer complexen Veränderlichen und der Thetafunctionen].

Thomae, Johannes [1873]: Ebene geometrische Gebilde erster und zweiter Ordnung vom Standpunkte der Geometrie der Lage betrachtet. Nebert, Halle 1873.

Thomae, Johannes [1875]: Einleitung in die Theorie der bestimmten Integrale. Nebert, Halle 1875.

Thomae, Johannes [1876]: Ueber Kartographie. Berichte über die Verhandl. der naturforschenden Ges. zu Freiburg im Breisgau 7 (1876 – 1880), S. 23 – 49.

Thomae, Johannes [1880a]: Elementare Theorie der analytischen Functionen einer complexen Veränderlichen. Nebert, Halle 1880 [2., erw. u. umgearb. Aufl., 1898].

Thomae, Johannes [1880b]: Convergenz der Thetareihen. Zeitschr. f. Math. u. Physik 25 (1880), S. 43 – 44.

Thomae, Johannes [1880c]: Elementare Theorie der analytischen Functionen. Nebert, Halle 1880. Göttingische gelehrte Anzeigen 1880, S. 769 – 777 [Rezension vom Verfasser].

Thomae, Johannes [1881a]: Elementare Behandlung der hypergeometrischen Reihe. Zeitschr. f. Math. u. Physik 26 (1881), S. 314 – 332; (Fortsetzung). Ebenda, 27 (1882), S. 41 – 55.

Thomae, Johannes [1881b]: Ueber die algebraischen Functionen, welche zu gegebenen Riemann'schen Flächen gehören. Math. Annalen 18 (1881), S. 443 – 447.

Thomae, Johannes [1882a]: Ueber elliptische Integrale zweiter Gattung. Zeitschr. f. Math. u. Physik 27 (1882), S. 179 – 180.

Thomae, Johannes [1882b]: Ueber Integrale zweiter Gattung. Journal f. die reine u. angew. Math. 93 (1882), S. 69 – 80; (2). Ebenda, 94 (1883), S. 241 – 250; (3). Ebenda, 101 (1887), S. 326 – 336.

Thomae, Johannes [1885]: Ueber eine einfache Aufgabe aus der Theorie der Elasticität. Ber. über die Verhandl. der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl. 37 (1885), S. 399 – 418.

Thomae, Johannes [1886a]: Weitere Untersuchungen über den elastischen Kreiscylinder. Ber. über die Verhandl. der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl. 38 (1886), S. 186 – 198.

Thomae, Johannes [1886b]: Bericht über den Stand und die Thätigkeit der Gesellschaft im Jahre 1885. Sitzungsber. der Jenaischen Ges. f. Medicin u. Naturwiss. für das Jahr 1885 (Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., N. F. 12 (1886), Supplement), S. 174 – 177.

Thomae, Johannes [1887]: Über einige Formen und Formeln aus der Theorie der Rosenhain'schen Funktionen. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., N. F. 13 (1887), S. 581 – 587.

Thomae, Johannes [1891a]: Einige Beziehungen zwischen höheren hypergeometrischen Reihen. Ber. über die Verhandl. der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl. 43 (1891), S. 459 – 480.

Thomae, Johannes [1891b]: Ueber elliptische Integrale dritter Gattung. Zeitschr. f. Math. u. Physik 36 (1891), S. 123 – 128.

Thomae, Johannes [1892]: Lineare Construction einer Fläche zweiter Ordnung aus neun Punkten. Ber. über die Verhandl. der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl. 44 (1892), S. 543 – 555; $\sim$ Ergänzung der gleichnamigen Abhandlung in den Berichten von 1892. Ebenda, 49 (1897), S. 315 – 328.

Thomae, Johannes [1893]: Ueber die Differenzirbarkeit eines Integrales nach der obern Grenze. Nachr. von der Königl. Ges. der Wiss. u. der Georg-Augusts-Univ. zu Göttingen 1893 (1893), S. 696 – 700.

Thomae, Johannes [1894a]: Die Kegelschnitte in rein projectiver Behandlung. Nebert, Halle 1894.

Thomae, Johannes [1894b]: Zur Construction eines Kegelschnittes aus fünf Punkten. Zeitschr. f. Math. u. Physik 39 (1894), S. 63.

Thomae, Johannes [1895a]: Untersuchungen über zwei-zweideutige Verwandtschaften und einige Erzeugnisse derselben. Abh. der Math.-Phys. Cl. der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, 21 (1895), S. 437 – 504.

Thomae, Johannes [1895b]: Ueber den Zusammenhang zwischen den Steiner'schen und den Poncelet'schen Polygonen. Ber. über die Verhandl. der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl. 47 (1895), S. 352 – 374.

Thomae, Johannes [1895c]: Wann hat eine durch neun Punkte gegebene Curve dritter Ordnung einen Doppelpunkt? Ber. über die Verhandl. der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl. 47 (1895), S. 515 – 531.

Thomae, Johannes [1896]: Ueber die durch die leuchtende Sonnenkugel und den Saturnring erzeugte Schattenfläche. Ber. über die Verhandl. der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl. 48 (1896), S. 530 – 582.

Thomae, Johannes [1898]: Projectiver Beweis vom Schwerpunktsatze des Vierecks. Ber. über die Verhandl. der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl. 50 (1898), S. 254 – 260.

Thomae, Johannes [1900]: Ueber ultraelliptische Integrale. Ber. über die Verhandl. der Königl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig, Math.-phys. Cl. 52 (1900), S. 105 – 116.

Thomson, William; Tait, Peter Guthrie [1867]: Treatise on natural philosophy. Vol. 1, Clarendon Press, Oxford 1867. [Autorisierte deutsche Übersetzung von H. v. Helmholtz und G. Wertheim: Handbuch der theoretischen Physik. 2 Teile, Vieweg, Braunschweig 1871 – 1874].

Tobies, Renate [1984]: Untersuchungen zur Rolle der Carl-Zeiß-Stiftung für die Entwicklung der Mathematik an der Universität Jena. NTM. Internat. Zeitschr. f. Geschichte u. Ethik der Naturwiss., Technik u. Medizin 21 (1984), H. 1, S. 33 – 43.

Tobies, Renate [1993]: Mathematik und Physik. In: Stolz/Wittig 1993, S. 305 – 315.

Ulrich, Georg Carl Justus [1836]: Lehrbuch der reinen Mathematik. Vandenhoek und Ruprecht, Göttingen 1836.

Ventzke, Marcus [2004]: Das Herzogtum Sachen-Weimar-Eisenach 1775 – 1783. Ein Modellfall aufgeklärter Herrschaft? Böhlau, Köln u. a. 2004 (Veröffentlichungen der Historischen Kommission für Thüringen, Kleine Reihe, 10) [Dissertation, Universität Jena, 2002].

Voigt, Johann Heinrich [1791]: Grundlehren der reinen Mathematik. Akademische Buchhandlung, Jena 1791.

Voigt, Johann Heinrich [1793]: Versuch einer neuen Theorie des Feuers, der Verbrennung, der künstlichen Luftarten, des Athmens, der Gährung, der Electricität, der Meteoren, des Lichts und des Magnetismus. Aus Analogien hergeleitet und durch Versuche bestätiget. Akademische Buchhandlung, Jena 1793.

Voigt, Johann Heinrich [1794]: Grundlehren der angewandten Mathematik. Abth. 1, welche die Lehren der Dynamik, Statik und Mechanik; Hydrostatik; Aerometrie; Hydraulik; Optik und Photometrie; Katoptrik, Dioptrik und Perspectiv, enthält. Akademische Buchhandlung, Jena 1794.

Voigt, Johann Heinrich [1799]: Lehrbuch einer populären Sternkunde nach dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft. Für Schul- und akademischen Unterricht, auch Selbststudium der Liebhaber, mit Beziehung auf einen vier-

zolligen Himmels-Globus, und einen Stern-Atlas mit doppelten schwarzen Charten. Industrie-Comptoir, Weimar 1799.

Voigt, Johann Heinrich [1810]: Kosmographische Entwickelung der vornehmsten Begriffe und Kenntnisse welche bey der zweckmäßigen Benutzung der künstlichen Himmels- und Erdkugel erforderlich sind: Mit Rücksicht auf die beiden im geographischen Institut zugleich erschienenen zwölfzölligen Globen. Geographisches Institut, Weimar 1810.

Vollert, Max [1918]: Geschichte der Kuratel der Universität Jena. Nach den Kuratelakten bearbeitet. Zeitschrift des Vereins für Thüringische Geschichte und Altertumskunde, N. F., 23 (1918), S. 1 – 54; (Fortsetzung). Ebenda, 24 (1919), S. 1 – 53, (Schluß). Ebenda, S. 175 – 225.

Wahl, Friedrich Wilhelm Ludwig [1823]: Dissertatio mathematica symbolas ad epicrisin theoriarum parallelas spectantium continens. Cröcker, Jena 1823 [Habilitationsschrift, Universität Jena].

Wahl, Friedrich Wilhelm Ludwig [1825]: Gerlingianae in demonstrandis quibusdam sphaericae trigonometriae theorematis methodi censura. Cröcker, Jena 1825.

Weber, Ernst Heinrich; Weber, Wilhelm [1825]: Wellenlehre auf Experimente gegründet oder über die Wellen tropfbarer Flüssigkeiten mit Anwendung auf die Schall und Lichtwellen. Fleischer, Leipzig 1825.

Weise, Wilfried; Dorschner, Johann [1998]: Wilhelm Winkler (1842 – 1910) – a Thuringian private astronomer and maecenas. In: Brosche, Peter u. a. (Hrsg.): The message of the angles – astrometry from 1798 to 1998. Proceedings of the international spring meeting of the Astronomische Gesellschaft, Gotha, May 11 – 15, 1998. Deutsch, Thun, Frankfurt am Main 1998 (Acta historica astronomiae, 3), S. 95.

Werneburg, Johann Friedrich Christian [1800a]: Teliosadik, oder das allein vollkommene unter allen ZahlenSystemen und das nach dessen GrundZahl bestimmte allein vollkommene Grad- Zeit- Maß- Gewichts- und Münz-System angewandt auf das bürgerliche Leben. Zuerst erfunden, entworfen, aufgestellt und ausgearbeitet von Johann Friedrich Christian Werneburg. Theil 1: Das reine vollkommene ZahlenSystem. Verlagshandlung für die neueste Litteratur, [Erfurt] 1800.

Werneburg, Johann Friedrich Christian [1800b]: Rein wissenschaftliche Deduction oder Ableitung der wahren Verhältnisse je zweier von den verschiedenen trigonometrischen Linien zu einander, direct in Theilen der einen von beiden in allgemeinen analytischen Formeln; frei von aller Anwendung der unvollkommenen und unmathematischen Differenzial- und Integral- oder Fluxions-Rechnung eines Leibnitz oder Newton. Verlagshandlung für die neueste Litteratur, [Erfurt] 1800.

Werneburg, Johann Friedrich Christian [1800c]: Kurze wissenschaftliche Darlegung der Unhaltbarkeit und Grundlosigkeit sowohl des transcendental-idealistischen Systems von Fichte, als auch des Systems der eiteln Genußlehre seiner Gegenfüßler und des kritischen Systems. Verlagshandlung für die neueste Litteratur, [Erfurt] 1800.

Werneburg, Johann Friedrich Christian [1800d]: Neu verbesserte, gründliche Theorie der Windmühlenflügel. Joachim, Leipzig 1800.

Werneburg, Johann Friedrich Christian [1812]: Allgemeine neue, vielfach einfachere MusikSchule für jeden Dilettanten und Musiker. Steudel, Gotha 1812.

Werneburg, Johann Friedrich Christian [1817a]: Merkwürdige Phänomene an und durch verschiedene Prismen. Zur richtigen Würdigung der Newton'schen und Göthe'schen Farbenlehre. Schrag, Nürnberg 1817.

Werneburg, Johann Friedrich Christian [1817b]: Ueber die zeitherige Bestimmung der Dauer eines Pendel-Schlags und der Fall-Höhe in einer Secunde. Bärecke, Eisenach 1817.

Werneburg, Johann Friedrich Christian [1819]: Lehrbuch der Arithmetik in bestimmten und unbestimmten Zahlen oder Grössen, oder in Ziffern und Buchstaben zugleich. Zum Gebrauch bei Vorlesungen und zum SelbstUnterricht besonders für BauVerständige. Cröcker, Jena 1819.

Werneburg, Johann Friedrich Christian [1822]: Zur genauern Erörterung der Lehren vom Fall und vom Wurfe der schweren Körper. Isis 10 (1822), Sp. 169 – 199.

Werneburg, Johann Friedrich Christian [1824]: Die Bedingungen des Klanges als Urphänomen. Ein Auszug aus Werneburg's «Propyläen der Musik,» oder des Versuchs einer kritischen Theorie der Musik, der Tonsysteme, der alten wie der neuen, und deren Notenschrift. Archiv für die gesammte Naturlehre 3 (1824), S. 129 – 141.

Werneburg, Johann Friedrich Christian [1826]: Zur Geschichte von Graydon's Himmelskompass. Archiv für die gesammte Naturlehre 7 (1826), S. 303 – 326.

Werneburg, Johann Friedrich Christian [1829]: Die richtige Katoptrik. Verhandl. der Ksl. Leop.-Carol. Akad. der Naturforscher 6 (1829), S. 573 – 618.

Wimmer, Wolfgang [2005]: Das Verhältnis von Carl-Zeiss-Stiftung und Zeisswerk zur Universität bis 1933. In: Steinbach/Gerber 2005, S. 59 – 76.

Winkelmann, Adolph [1874]: Ueber das Wärmeleitungsvermögen von Flüssigkeiten. Annalen der Physik, [2. Folge,] 153 (1874), S. 481 – 498.

Winkelmann, Adolph [1880a]: Ueber eine Beziehung zwischen Druck, Temperatur und Dichte der gesättigten Dämpfe von Wasser und einigen anderen Flüssigkeiten. Annalen der Physik, [3. Folge,] 9 (1880), S. 208 – 239, 358 – 393.

Winkelmann, Adolph [1880b]: Bemerkungen zu der Abhandlung des Hrn. H. F. Weber «Untersuchungen über die Wärmeleitung in Flüssigkeiten». Annalen der Physik, [3. Folge,] 10 (1880), S. 668 – 676.

Winkelmann, Adolph [1880c]: Notiz zu der Entgegnung des Hrn. H. F. Weber. Annalen der Physik, [3. Folge,] 11 (1880), S. 734 – 736.

Winkelmann, Adolph [1881]: Zu den Versuchen des Hrn. L. Graetz: «Ueber die Wärmeleitungsfähigkeit der Gase und ihre Abhängigkeit von der Temperatur». Annalen der Physik, [3. Folge,] 14 (1881), S. 534 – 541.

Winkelmann, Adolph [1883]: Ueber die Abhängigkeit der Wärmeleitung der Gase von der Temperatur. Annalen der Physik, [3. Folge,] 19 (1883), S. 649 – 691.

Winkelmann, Adolph [1884]: Ueber die Diffusion von Gasen und Dämpfen. Annalen der Physik, [3. Folge,] 22 (1884), S. 1 – 31; Mittheilung 2. Ebenda, S. 152 – 161.

Winkelmann, Adolph [1885]: Physikalische Lehren. Vieweg, Braunschweig 1885. (Horstamm, August u. a. (Hrsg.): Lehrbuch der physikalischen und theoretischen Chemie. 3., gänzlich umgearb. Aufl., in drei Abth., Abth. 1).

Winkelmann, Adolph [1886]: Neue Versuche über die Abhängigkeit der Wärmeleitung der Gase von der Temperatur. Annalen der Physik, [3. Folge,] 29 (1886), S. 68 – 113.

Winkelmann, Adolph [1888]: Die Verdampfung in ihrer Abhängigkeit vom äusseren Druck. Annalen der Physik, [3. Folge,] 33 (1888), S. 445 – 453.

Winkelmann, Adolph [1889]: Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Verdampfung und auf die Diffusion von Dämpfen. Annalen der Physik, [3. Folge,] 36 (1889), S. 93 – 114.

Winkelmann, Adolph [1890a]: Ueber die Zusammensetzung des Dampfes aus Flüssigkeitsgemischen. Annalen der Physik, [3. Folge,] 39 (1890), S. 1 – 15.

Winkelmann, Adolph [1890b]: Zur anomalen Dispersion gefärbter Gläser. Annalen der Physik, [3. Folge,] 40 (1890), S. 661 – 664.

Winkelmann, Adolph [1891a]: Ueber die Wärmeleitung der Gase, [Theil 1]. Annalen der Physik, [3. Folge,] 44 (1891), S. 177 – 205; Theil 2. Ebenda, S. 429 – 456.

Winkelmann, Adolph (Hrsg.) [1891b]: Handbuch der Physik. Bd. 1 (Allgemeine und specielle Mechanik, Akustik). Trewendt, Breslau 1891; Bd. 2, Abth. 1 (Optik). Ebenda 1894; Abth. 2 (Wärme). Ebenda 1896; Bd. 3, Abth. 1 (Electricität und Magnetismus). Ebenda 1893; Abth. 2 (Electricität und Magnetismus). Ebenda 1896 (Förster, W. u. a. (Hrsg.): Encyklopädie der Naturwissenschaften, Abth. 3, Theil 1).

Winkelmann, Adolph [1892]: Zu den Bemerkungen des Hrn. Graetz: «Ueber die Wärmeleitung der Gase». Annalen der Physik, [3. Folge,] 46 (1892), S. 323 – 332.

Winkelmann, Adolph [1893a]: Ueber den absoluten Werth der Wärmeleitung der Luft. Annalen der Physik, [3. Folge,] 48 (1893), S. 180 – 187.

Winkelmann, Adolph [1893b]: Ueber die specifischen Wärmen verschieden zusammengesetzter Gläser. Annalen der Physik, [3. Folge,] 49 (1893), S. 401 – 420.

Winkelmann, Adolph [1897a]: Ueber die Elasticitätscoefficienten verschieden zusammengesetzter Gläser in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur. Annalen der Physik, [3. Folge,] 61 (1897), S. 105 – 141.

Winkelmann, Adolph [1897b]: Ueber die Aenderung des Elasticitätscoefficienten des Platins mit wachsender Temperatur. Annalen der Physik, [3. Folge,] 63 (1897), S. 117 – 123.

Winkelmann, Adolph [1897c]: Ueber elektrische Ströme, welche durch Röntgen'sche X-Strahlen erzeugt werden. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., N. F. 24 (1897), S. 174 – 194.

Winkelmann, Adolph [1898]: Ueber electrische Ströme, die durch Röntgen'sche X-Strahlen erzeugt werden. Annalen der Physik, [3. Folge,] 66 (1898), S. 1 – 28.

Winkelmann, Adolph [1899]: Bemerkungen zu der Arbeit des Hrn. Focke: «Ueber die thermische Leitfähigkeit verschiedener Gläser mit Rücksicht auf ihre chemische Zusammensetzung». Annalen der Physik, [3. Folge,] 67 (1899), S. 794 – 802.

Winkelmann, Adolph [1900]: Einwirkung einer Funkenstrecke auf die Entstehung von Röntgenstrahlen. Annalen der Physik, 4. Folge, 2 (1900), S. 757 – 767.

Winkelmann, Adolph; Schott, Otto [1894a]: Ueber die Elasticität und über die Zug- und Druckfestigkeit verschiedener neuer Gläser in ihrer Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung. Annalen der Physik, [3. Folge,] 51 (1894), S. 697 – 729.

Winkelmann, Adolph; Schott, Otto [1894b]: Ueber thermische Widerstandscoefficienten verschiedener Gläser in ihrer Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung. Annalen der Physik, [3. Folge,] 51 (1894), S. 730 – 746.

Winkelmann, Adolph; Straubel, Rudolf [1896a]: Ueber einige Eigenschaften der Röntgen'schen X-Strahlen. Vorläufige Mittheilung Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., N. F. 23 (1896), S. 555 – 565; Nachtrag. Ebenda, S. 566 – 570.

Winkelmann, Adolph; Straubel, Rudolf [1896b]: Ueber einige Eigenschaften der Röntgen'schen X-Strahlen. Annalen der Physik, [3. Folge,] 59 (1896), S. 324 – 345.

Wittig, Joachim [1993]: Carl Zeiß und die Universität Jena. In: Stolz/Wittig 1993, S. 21 – 36.

Wolf, Rudolf [1890]: Handbuch der Astronomie ihrer Geschichte und Litteratur. 2 Bde., Schulthess, Zürich 1890 – 1893.

Wolfschmidt, Gudrun [1993]: Die Weiterentwicklung von Abbes Geräten bei Zeiss Jena und ihre Bedeutung für die Astronomie in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts (1). In: Stolz/Wittig 1993, S. 331 – 362.

Zaunstöck, Holger [2001]: Untersuchungen zur Struktur Naturforschender Gesellschaften im 18. Jahrhundert. Die Sozietäten in Halle, Leipzig und Jena. In: Breidbach/Ziche 2001, S. 155 – 175.

Zaunstöck, Holger [2002]: Gelehrte Gesellschaften im Jahrhundert der Aufklärung. Strukturuntersuchungen zum mitteldeutschen Raum. In: Döring/Nowak 2002, S. 7 – 45.

Zeltner, Hermann [1953]: Apelt, Ernst Friedrich. In: Neue Deutsche Biographie, Bd. 1 (1953), S. 323 – 324.

Ziche, Paul [1997]: Naturforschung in Jena zur Zeit Hegels. Materialien zum Hintergrund der spekulativen Naturphilosophie. Hegel-Studien 32 (1997), S. 9 – 40.

Ziche, Paul [1998]: Von der Naturgeschichte zur Naturwissenschaft. Die Naturwissenschaften als eigenes Fachgebiet an der Universität Jena. Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 21 (1998), S. 251 – 263.

Ziche, Paul [2001]: Die Grenzen der Universität. Naturforschende, physikalische und mechanische Aktivitäten in Jena. In: Müller/Ries/Ziche 2001, S. 221 – 237.

Ziche, Paul [2002]: Die Jenaer Naturforschende Gesellschaft und ihre Bedeutung für die Naturforschung in Jena. In: Döring/Nowak 2002, S. 107 – 131.

Ziche, Paul; Bornschlegell, P. [2000]: Wissenschaftskultur in Briefen. F. A. C. Grens antiphlogistische Bekehrung, galvanische Experimentalprogramme und internationale Wissenschaftsbeziehungen in Briefen an die Jenaer «Naturforschende Gesellschaft». NTM. Internat. Zeitschr. f. Geschichte u. Ethik der Naturwiss., Technik u. Medizin, N. F. 8 (2000), S. 149 – 169.

Abbildungsverzeichnis

2.1 Schelling (Universitätsarchiv Jena, Fotosammlung) 10
2.2 Oken (Universitätsarchiv Jena, Fotosammlung) 22
2.3 Auszug der Jenenser Studenten (Universitätsarchiv Jena, Fotosammlung) 23

3.1 Fries (Thüringische Universitäts- und Landesbibliothek Jena, Handschriftenabteilung) 37
3.2 Körner (Carl-Zeiss Archiv B 3055) 39
3.3 Mirbt (Universitätsarchiv Jena, Fotosammlung) 49
3.4 Dove (UB der Humboldt-Universität zu Berlin, Porträtsammlung) 55
3.5 Snell (Carl-Zeiss Archiv BI 13234) 59
3.6 Abbe 1863 (Carl-Zeiss Archiv BI 06052a) 67
3.7 C. Zeiss (Carl-Zeiss Archiv BI 15721) 68
3.8 R. Eucken (Universitätsarchiv Jena, Fotosammlung) 76
3.9 Sternwarte (Universitätsarchiv Jena, Fotosammlung) 85
3.10 Thomae (Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach ID 10529) 95
3.11 Seebeck (Universitätsarchiv Jena, Fotosammlung) 99
3.12 Gutzmer (Universitätsarchiv Jena, Fotosammlung) 111
3.13 Physikalisches Institut (Carl-Zeiss Archiv BIII 3642) 121
3.14 Eggeling (Universitätsarchiv Jena, Fotosammlung) 133
3.15 Schott (Carl-Zeiss Archiv BIII 3965) 140
3.16 R. Zeiss (Carl-Zeiss Archiv BI 1539) 144

4.1 Universitätshauptgebäude (Carl-Zeiss Archiv B 9256) 175
4.2 Schaeffer (Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach ID 10538) 180

5.1 Titelblatt Mathematische Naturphilosophie, Fries (Universitätsbibliothek Leipzig) 197

5.2 E. E. Schmid (Universitätsarchiv Jena, Fotosammlung) 209
5.3 Münchow (Carl-Zeiss Archiv B 1070) 212
5.4 Knopf (Universitätsarchiv Jena, Fotosammlung) 219
5.5 Abbe-Notiz (Carl-Zeiss Archiv BIII 14189) 239
5.6 Winkelmann (Universitätsarchiv Jena, Fotosammlung) 245
5.7 Auerbach (Universitätsarchiv Jena, Fotosammlung) 253
5.8 R. Straubel (Carl-Zeiss Archiv BIII 2631) 261
5.9 Frege (Universitätsarchiv Jena, Fotosammlung) 267
5.10 Titelblatt Analytische Functionen, Thomae (Universitätsbibliothek Leipzig) 276

6.1 Czapski (Carl-Zeiss Archiv B 5500) 293

7.1 Titelblatt Begriffsschrift, Frege (Universitätbibliothek Leipzig) 307
7.2 Abbe 1876 (Carl-Zeiss Archiv BI 03631) 319
7.3 Zeiss-Mitarbeiter (Carl-Zeiss Archiv BI 23815) 321

Verzeichnis der Diagramme

4.1 Diagramm: Zeitliche Entwicklung der Vorlesungstätigkeit zur Mechanik sowie zur mathematischen und theoretischen Physik (1816 – 1900) 164
4.2 Diagramm: Vorlesungsverteilung zwischen Mechanik, mathematischer und theoretischer Physik (1879 – 1900) 172

Personenverzeichnis

A

Abbe, Ernst Karl (1840 – 1905), 2, 12, 66 f., 69, 71–75, 77, 82–86, 88, 90 f., 94, 99 f., 104, 108 f., 115, 119–125, 129–132, 134–147, 154–158, 160, 163, 165, 168 f., 171, 173 f., 181, 216 ff., 220, 232–238, 240, 243, 247, 257, 259 f., 263 ff., 289, 291, 293 f., 318–322, 325, 335–341, 343

Abel, Niels Henrik (1802 – 1829), 229, 300

Ampère, André Marie (1775 – 1836), 181, 298

Anna Amalia, Herzogin von Sachsen-Weimar-Eisenach (1739 – 1807), 15

Apelt, Ernst Friedrich (1812 – 1859), 50 f., 57, 82, 151, 158, 175 f., 180, 204 f., 207, 317, 332 f.

Arago, Dominique François Jean (1786 – 1853), 195

Arbogast, Louis François Antoine (1759 – 1803), 228, 268

Auerbach, Felix (1856 – 1933), 131 f., 134 ff., 161, 165, 168, 170 f., 173 f., 177, 237, 252–259, 289, 291, 322, 341–344

B

Bachmann, Karl Friedrich (1784 – 1855), 51

Bamberg, Johann Carl Wilhelm Anton (1847 – 1892), 20, 84, 86

Bardeleben, Karl Heinrich von (1849 – 1918), 290

Barfuss, Friedrich Wilhelm (1809-?), 228

Bartholomäi, Friedrich (1817 – 1878), 181

Batsch, August Johann Georg Karl (1761 – 1802), 285 f.

Becquerel, Antoine Henri (1852 – 1908), 304

Bertuch, Friedrich Justin (1747 – 1822), 31

Bessel, Friedrich Wilhelm (1784 – 1846), 80, 83, 260, 279

Biot, Jean-Baptiste (1774 – 1862), 298

Boltzmann, Ludwig Eduard (1844 – 1906), 88, 304 f., 311

Bolyai, János [Johann] (1802 – 1860), 300

Bolzano, Bernard Placidus Johann Nepomuk (1781 – 1848), 300

Brahe, Tycho (1546 – 1601), 206

Brandes, Heinrich Wilhelm (1777 – 1834), 36

Branly, Edouard (1844 – 1940), 257

Braun, Karl Ferdinand (1850 – 1918), 118

Bravais, Auguste (1811 – 1863), 241

Brinell, Johann August (1849 – 1925), 253
Buchholz, Hugo Ferdinand (1866 – 1921), 87 ff.
Buff, Johann Heinrich (1805 – 1878), 54

C

Cantor, Georg Ferdinand Ludwig Philipp (1845 – 1918), 231, 306
Carl (Karl) August, Herzog, seit 1815 Großherzog von Sachsen-Weimar-Eisenach (1757 – 1828), 15, 18, 21 f., 25, 27, 31, 36 f., 41, 44, 78 ff., 235
Carl Friedrich, Großherzog von Sachsen-Weimar-Eisenach (1783 – 1853), 10, 47, 54, 191, 198, 216, 228
Carnap, Rudolf Leo (1889 – 1970), 269
Carnot, Lazare Nicolas Marguerite (1753 – 1823), 199
Carnot, Sadi Nicolas Léonard (1796 – 1832), 299
Cauchy, Augustin Louis (1789 – 1857), 228 f., 300
Chladni, Ernst Florenz Friedrich (1756 – 1827), 192, 284
Clausius, Rudolf Julius Emanuel (1822 – 1888), 181, 233, 246, 300, 304, 311 ff.
Claypeyron, Benoît-Pierre Émile (1799 – 1864), 299
Clebsch, Rudolf Friedrich Alfred (1833 – 1872), 72
Condillac, Étienne Bonnot de (1714 – 1780), 199
Condorcet, Marie Jean Antoine Nicolas de Caritat, Marquis de (1743 – 1794), 199
Czapski, Siegfried (1861 – 1907), 292 f., 321

D

Darwin, Charles Robert (1809 – 1882), 288
Davy, Sir Humphry (1778 – 1829), 298
Dedekind, Julius Wilhelm Richard (1831 – 1916), 269, 306
Dieterici, Conrad Heinrich (1858 – 1929), 132, 134
Dirichlet (Lejeune Dirichlet), Johann Peter Gustav (1805 – 1859), 63, 228, 290, 300
Döbereiner, Johann Wolfgang (1780 – 1849), 21, 40 f., 60, 114 f., 121, 159 f., 294
Dorn, Friedrich Ernst (1840 – 1916), 132
Dove, Heinrich Wilhelm (1803 – 1879), 53, 55–58, 215
Drobisch, Moritz Wilhelm (1802 – 1896), 61
Drude, Paul (1863 – 1906), 177
Du Bois-Reymond, David Paul Gustave (1831 – 1889), 275
Duden, Paul (1869 – 1954), 292
Duhamel, Jean-Marie Constant (1797 – 1872), 231
Dyck, Walter Franz Anton von (1856 – 1934), 306

E

Ebert, Hermann (1861 – 1934), 177, 241
Eggeling, Heinrich von (1838 – 1911), 36, 50, 106 f., 109, 111, 125 f., 128, 131 ff., 135, 139, 141, 143, 145 f., 204, 288
Eisenlohr, Wilhelm (1799 – 1872), 54, 56

Encke, Johann Franz (1791 – 1865), 46, 77, 214
Erdmann, Benno (1851 – 1921), 132
Erhardt, Franz Bruno (1864 – 1930), 176, 341, 343
Eucken, Rudolf Christoph (1846 – 1926), 76
Euklid (Euclid, Eukleides) (um 300 v. Chr. lebend), 206, 308
Euler, Albrecht (1734 – 1800), 286
Euler, Leonhard (1707 – 1783), 228 f.

F

Fabricius, David (1564 – 1617), 206
Faraday, Michael (1791 – 1867), 243 f., 298 f., 303
Fechner, Gustav Theodor (1801 – 1887), 181, 201, 302, 316
Fedorov, Evgraf Stepanovič (1853 – 1919), 241
Feussner, Friedrich Wilhelm (1843 – 1928), 243
Fichte, Johann Gottlieb (1762 – 1814), 9, 16, 18, 188
Fischer, Johann Carl (1760 – 1833), 32
Foerster,Wilhelm Julius (1832 – 1921), 89
Fortlage, Arnold Rudolf Karl (1806 – 1881), 92, 181
Fraunhofer, Joseph von (1787 – 1826), 235, 260 f.
Frege, Friedrich Ludwig Gottlob (1848 – 1925), 72 ff., 76 f., 91, 93 f., 101, 104–107, 154–157, 168, 174, 180 f., 265–272, 283, 289, 294 f., 307 f., 323 f., 337–344
Fresnel, Augustin Jean (1788 – 1827), 298
Friedrich IV., Herzog von Sachsen-Gotha-Altenburg (1774 – 1825), 36
Friedrich Wilhelm III., König von Preußen (1770 – 1840), 18
Fries, Jakob Friedrich (1773 – 1843), 26, 35–42, 46, 48, 50 f., 53 f., 56–59, 61, 81 f., 150 f., 153, 157, 159 f., 166, 176, 185, 187, 193–204, 206 ff., 210, 221 f., 227 ff., 235, 287, 315–318, 330 ff.
Fromme, Carl (1852 – 1945), 117
Funke, Walter von (1832 – 1900), 132

G

Gaenge (Gänge), Christian (1832 – 1909), 292
Galilei, Galileo (1564 – 1642), 204, 225
Galois, Evariste (1811 – 1832), 300
Gauß, Carl Friedrich (1777 – 1855), 54, 79, 199, 207, 216, 228, 300
Gehler, Johann Samuel Traugott (1751 – 1795), 201
Gerhardt, Carl Jakob Christian Adolph (1833 – 1902), 70
Gerling, Christian Ludwig (1788 – 1864), 54, 206
Gersdorff, Ernst Christian August Freiherr von (1781 – 1852), 23
Gibbs, Josiah Willard (1839 – 1903), 311
Glan, Paul (1846 – 1898), 132
Goethe, Johann Wolfgang von (1749 – 1832), 1, 9, 14, 16–21, 26 ff., 32, 41, 78 ff., 182, 189, 286
Graetz (Grätz), Leo (1856 – 1941), 132, 246
Graßmann (Grassmann), Hermann Günther (1809 – 1877), 181, 199, 266, 268, 311, 315

Graßmann (Grassmann), Robert (1815 – 1901), 199, 266, 268
Grunert, Johann August (1797 – 1872), 54, 56
Gutzmer, Carl Friedrich August (1860 – 1924), 108, 111 f., 157, 289, 292, 323
Guyet, Adolf (1835 – 1891), 141, 143, 145
Gyldén, Johan August Hugo (von) (1841 – 1896), 88

H

Haeckel, Ernst Heinrich Philipp August (1834 – 1919), 87, 283
Hahn, Philipp Matthäus (1739 – 1790), 192
Hallier, Ernst (1831 – 1904), 176, 337 f.
Hallwachs, Wilhelm Ludwig Franz (1859 – 1922), 134
Hamilton, Sir William Rowan (1805 – 1865), 268, 300
Hankel, Hermann (1839 – 1873), 266, 268
Hansen, Peter Andreas (1795 – 1874), 54, 78, 80
Hausmann, C., 181
Hegel, Georg Wilhelm Friedrich (1770 – 1831), 9, 16, 20, 222
Heine, Heinrich Eduard (1821 – 1881), 96
Helmholtz, Hermann Ludwig Ferdinand von (1821 – 1894), 4, 117, 238, 269, 310–313, 315
Herder, Johann Gottfried (1744 – 1803), 9
Hertz, Heinrich Rudolf (1857 – 1894), 252, 255, 257, 291, 303, 311
Hilbert, David (1862 – 1943), 4, 306
Hindenburg, Carl Friedrich (1741 – 1808), 152, 198
Hoffmann, Andreas Gottlieb (1796 – 1864), 58, 62
Horn, F., 181 f.
Hoßfeld, Carl August (1857 – 1921), 108, 111 f.
Hufeland, Christoph Wilhelm (1762 – 1836), 18
Hufeland, Friedrich Gottlob (1774 – 1839), 19
Humboldt, Alexander von (1769 – 1859), 286
Huxley, Thomas Henry (1825 – 1895), 288

J

Jacobi, Carl Gustav Jacob (1804 – 1851), 46, 216, 274, 302
Johann Friedrich I. der Großmütige, Kurfürst von Sachsen, ab 1552 Herzog von Sachsen-Weimar (1503 – 1554), 9
Jordan, Camille Marie Ennemond (1838 – 1922), 241
Joule, James Prescott (1818 – 1889), 300

K

Kant, Immanuel (1724 – 1804), 16, 39, 194, 204, 207 f.
Kepler, Johannes (1571 – 1630), 194, 204, 206
Kieser, Dietrich Georg von (1779 – 1862), 26
Kirchhoff, Gustav Robert (1824 – 1887), 305, 310, 312
Klein, Christian Felix (1849 – 1925), 306, 311
Klinkerfues, Ernst Friedrich Wilhelm (1827 – 1884), 217

Knoblauch, Karl Hermann (1820 – 1895), 294
Knopf, Otto Heinrich Julius (1856 – 1945), 77–80, 82, 86 f., 89 ff., 158, 171, 174, 181 f., 214, 218–221, 289, 291, 342 ff.
Koch, Karl Richard Robert von (1852 – 1924), 125 f.
Kohlrausch, Wilhelm Friedrich (1855 – 1936), 117
König, Arthur (1856 – 1901), 132
König, Carl Georg Walter (1859 – 1936), 131 f.
Körner (Koerner), Johann Christian Friedrich (1778 – 1847), 39 ff., 68, 151, 158, 162
Kotzebue, August Friedrich Ferdinand (1761 – 1819), 19, 25, 36
Krazer, Carl Adolf Josef (1858 – 1926), 108, 111
Kronecker, Leopold (1823 – 1891), 231, 269
Krönig, August Karl (1822 – 1879), 233, 300
Kummer, Ernst Eduard (1810 – 1893), 102, 300
Kundt, August Adolph Eberhard (1839 – 1894), 132, 134, 247
Kunze, Carl Ludwig Albert (1805 – 1890), 54, 56 ff., 153, 182

L

Lacroix, Sylvestre François (1765 – 1843), 195, 199
Lagrange, Joseph Louis (1736 – 1813), 64, 195, 228 f.
Lalande, Joseph Jérôme Lefrançais de (1732 – 1807), 195, 286
Landau, Edmund Georg Hermann (1877 – 1938), 281
Lange, Ludwig (1863 – 1936), 271 f.
Langer, Paul Victor (1851 – 1925), 73 f., 76, 155, 170, 289, 338
Laplace, Pierre Simon Marquis de (1749 – 1827), 88, 195, 199, 278, 298, 315
Larsson, (eigentl. Nordhult) Axel (1893 – 1967), 250
Lasswitz (Laßwitz, Pseudonym Velatus), Carl Theodor Victor Kurd (1848 – 1910), 77
Lehmann, Jacob Wilhelm Heinrich (1800 – 1863), 45 ff., 103
Leibniz (Leibnitz), Gottfried Wilhelm (1648 – 1716), 64, 194
Lenard, Philipp Eduard Anton (von) (1862 – 1947), 303
Lenz, 159
Leubuscher, Rudolf (1822 – 1861), 181, 290
Lichtenberg, Georg Christoph (1742 – 1799), 284
Lindemann, Ferdinand von (1852 – 1939), 156
Lindenau, Bernhard August von (1779 – 1854), 32, 77–80
Lobatschewski (Lobačevskij), Nikolaj Iwanowitsch (Ivanovič) (1793 – 1856), 300
Loder, Justus Christian von (1753 – 1832), 19
Lorentz, Hendrik Antoon (1853 – 1928), 303 f., 312
Lorenz, Johann Friedrich (1738 – 1807), 20, 30, 56, 152, 155, 175, 287, 328, 330
Lotze, Rudolf Hermann (1817 – 1881), 72

Luden, Heinrich (1778 – 1847), 20 f., 26
Ludwig, Hermann (gest. 1873), 179
Lummer, Otto (1860 – 1925), 237
Lüroth, Jakob (1844 – 1910), 95

M

Mach, Ernst (1838 – 1916), 315
Malus, Étienne Louis (1775 – 1812), 213
Maria Pawlowna, Erbgroßherzogin von Sachsen-Weimar-Eisenach, Großfürstin von Russland (1786 – 1859), 10
Marum, Martinus van (1750 – 1835), 286
Maurer, Ludwig (1859 – 1927), 109, 111
Maxwell, James Clerk (1831 – 1879), 246, 299 f., 303 f., 309, 311 f.
Mayer, Christian Gustav Adolph (1839 – 1908), 295
Mayer, Johann Tobias (1752 – 1830), 153, 159 f., 166, 328 f.
Metternich(-Winneburg), Clemens Wenzeslaus (Klemens Wenzel) Lothar Nepomuk, Fürst von (1773 – 1859), 25
Meyer, Oskar Emil (1834 – 1909), 132
Michelson, Albert Abraham (1852 – 1931), 303
Mirbt, Ernst Sigismund (1799 – 1847), 38, 48 f., 150, 203, 207, 317
Möbius, August Ferdinand (1790 – 1868), 53, 56 ff., 62, 277
Mons, Jean-Baptiste van (1765 – 1842), 286
Morley, Edward Williams (1838 – 1923), 303
Motz, Philipp Wilhelm von (1766 – 1843), 26 f., 36, 38, 41 f., 44
Mühll, Karl von der (1841 – 1912), 311
Müller, Heinrich Carl Friedrich Freyherr von (zu Lengsfeld), 14–17, 27 f., 32, 44, 66, 69, 191, 217, 237, 283
Münchow, Carl (Karl) Dietrich von (1778 – 1836), 21, 31, 36, 40, 78 f., 150, 152, 158, 186 f., 193, 212 ff., 315, 328 f.

N

Napoleon I. (Napoléon Bonaparte) (1769 – 1821), Kaiser der Franzosen, 17, 20, 22
Naumann, Karl (Carl) Friedrich (1797 – 1873), 40
Navier, Claude Louis Marie Henri (1785 – 1836), 263
Neesen, Friedrich (1849 – 1923), 117
Nelson, Leonhard (1882 – 1927), 199, 203
Neumann, Carl Gottfried (1832 – 1925), 74, 310 f.
Neumann, Franz Ernst (1798 – 1895), 83, 302
Newton, Sir Isaac (1642 – 1727), 64, 78, 188 f., 194, 204, 242, 271

O

Oberbeck, Anton (1846 – 1900), 118, 177
Ohm, Georg Simon (1789 – 1854), 298
Ohm, Martin (1792 – 1872), 229, 268
Oken (Okenfuß), Lorenz (1779 – 1851), 20 ff., 26, 175, 189 ff., 328 f.

Ørsted, Hans Christan (1777 – 1851), 201, 298, 316
Osann, Gottfried Wilhelm (1797 – 1866), 40 f., 159
Otteny, Alexander Franz Joseph (1773 – 1820), 31

P

Paalhorn, Otto (1869-?), 250
Pansner, Johann Heinrich Lorenz von (1777 – 1851), 287
Pasch, Moritz (1843 – 1930), 306
Peacock, George (1791 – 1858), 268, 300
Peano, Giuseppe (1858 – 1932), 231, 295, 306
Peirce, Charles Sanders (1839 – 1914), 308
Perrin, Jean Baptiste (1870 – 1942), 303
Petzval, Joseph (1807 – 1891), 235
Pfaff, Johann Friedrich (1785 – 1825), 152
Picard, Charles Émile (1856 – 1941), 274
Piltz, Adolf (1855 – 1940), 102 f., 106, 156 f., 168, 171, 174, 181, 265, 280 f., 289 ff., 324, 340 ff.
Planck, Max Karl Ernst Ludwig (1858 – 1947), 4, 247, 305
Pohl, Georg Friedrich (1788 – 1849), 54, 56
Poisson, Siméon Denis (1781 – 1840), 199, 209, 263
Poppe, Johann Heinrich Moritz von (1776 – 1854), 151 f., 329 f.
Posselt, Johannes Friedrich (1794 – 1823), 31, 79 f., 150, 152, 157 f., 193, 214, 287
Preyer, William Thierry (Wilhelm) (1841 – 1897), 176, 288, 292, 337
Pulfrich, Carl (1858 – 1927), 292, 321

R

Regnault, Henri Victor (1810 – 1878), 246
Reichardt, 292
Reiche, Fritz (1883 – 1969), 16, 19, 237
Reichenbach, Ernst Ludwig (1789 – 1881), 112 f., 118, 120, 128, 319
Reinhold, Carl Leonhard (1757 – 1823), 9
Reinhold, Ernst Christian Gottlieb (1793 – 1855), 38, 63
Riecke, Carl Viktor Eduard (1845 – 1915), 72
Riemann, Georg Friedrich Bernhard (1826 – 1866), 66, 231, 274, 315
Ritter, Johann Wilhelm (1776 – 1810), 31, 286
Röntgen, Wilhelm Conrad (1845 – 1923), 125 f., 251, 290, 304
Rosenberger, Otto August (1800 – 1890), 158
Roth, Fr., 181
Rothe, Karl (1848 – 1921), 141 f., 145 f.
Russell, Bertrand Arthur William, 3. Earl Russell (1872 – 1970), 270

S

Salmon, George (1809 – 1904), 88, 278
Sand, Karl Ludwig (1795 – 1820), 25
Savart, Félix (1791 – 1841), 298
Schaeffer (Schäffer), Karl Julius Traugott Hermann (1824 – 1900), 64 ff., 71 f., 75, 80, 82, 91, 99, 101, 104, 106–110,

112, 114, 122 f., 153–161, 166 f., 179–183, 231 f., 289, 291 f., 294, 318, 333
Scheidler, Karl Hermann (1795 – 1866), 46
Schelling, Friedrich Wilhelm Josef (1775 – 1854), 9 f., 16, 19, 39, 222
Schering, Ernst Christian Julius (1833 – 1897), 72
Scherk, Heinrich Ferdinand (1798 – 1885), 178
Schiller, Johann Christoph Friedrich von (1759 – 1805), 7, 9
Schlegel, August Wilhelm (1767 – 1845), 16, 19
Schlegel, Karl Wilhelm Friedrich (1772 – 1829), 19
Schleiden, Matthias Jacob (1804 – 1881), 52, 68, 182
Schlömilch, Oskar (Oscar) Xaver (1823 – 1901), 61–64, 73, 103, 150 f., 154, 157, 165 ff., 178 f., 182, 227–232, 318, 333
Schmid, Ernst Erhard (1815 – 1885), 51 ff., 60, 64, 93 f., 116 f., 159 f., 163, 165 f., 182, 207, 209 ff., 292, 294, 317, 332 f.
Schmidt, Carl August von (1840 – 1929), 219 ff.
Schmidt, Georg Gottlieb (1768 – 1837), 36
Schönflies, Arthur Moritz (1853 – 1928), 241
Schott, Otto Friedrich (1851 – 1935), 13, 129, 139 f., 142, 145, 217, 237, 247, 249 f., 290, 292, 321 f.
Schröder, Friedrich Wilhelm Karl Ernst (1841 – 1902), 308
Schroeter, Heinrich Eduard (1829 – 1892), 132
Schrön (Schroen), Heinrich Ludwig Friedrich (1799 – 1875), 46, 63, 65, 80 ff., 150 f., 155, 158, 166, 179, 182, 214 ff., 287, 289, 292, 294
Schübler, Gustav (1787 – 1834), 36
Schüler (Schueler), Carl Gustav (1807 – 1855), 47 f., 61, 150 f., 206 f., 331
Schwarzschild, Karl (1873 – 1916), 221
Schweins, Ferdinand (1780 – 1856), 152
Seebeck, Karl Julius Moritz von (1805 – 1884), 1, 65 f., 69, 75, 82, 98 f., 160
Seeliger, Hugo Hans, Ritter von (1849 – 1924), 87 ff., 221
Siegbahn, Karl Manne Georg (1886 – 1978), 250
Snell, Karl (Carl) (1806 – 1886), 53 ff., 58 f., 63–66, 69, 71–74, 76, 82, 91–94, 97, 101, 104, 151, 153–161, 163, 165–169, 177, 180 ff., 185, 222–227, 232, 235, 288, 315, 318, 333–339
Sohncke (Sohnke), Leonhard (1842 – 1897), 72, 116 f., 119 ff., 123 ff., 127, 160 f., 168, 170 f., 240–245, 289 f., 292, 322, 339 f.
Staudt, Karl Georg Christian von (1798 – 1867), 273
Štefan (Stefan), Jožef (Joseph) (1835 – 1893), 247, 305
Steinhäuser, Johann Gottfried (1768 – 1825), 284
Steinheil, Carl August von (1801 – 1870), 235
Stokes, Georg Gabriel (1819 – 1903), 260, 302

Stolz, Otto (1842 – 1905), 66, 68 f., 217, 237, 269

Stoy, Heinrich (1846 – 1905), 157

Stoy, Karl Volkmar (1815 – 1885), 181

Straubel, Constantin Rudolf (1864 – 1943), 136 f., 165, 173 f., 250, 257, 259–264, 289, 291, 294, 322, 342 ff.

Suckow (Succow, Sukkow), Gustav (1803 – 1867), 42 f., 45, 53, 56 f., 60, 64, 159 ff., 163, 165 ff., 178, 182, 207 ff., 317, 331–335

Suckow (Succow, Sukkow), Lorentz Johann Daniel (1722 – 1801), 30, 56

Suckow (Succow, Sukkow), Wilhelm Karl (Carl) Friedrich (1770 – 1848), 43, 55 f.

T

Tait, Peter Guthrie (1831 – 1901), 312

Temler, Carl Heinrich Anton (1804 – 1837), 48 f., 150, 153, 203, 317, 331

Thibaut, Bernhard Friedrich (1775 – 1832), 152

Thomae (Thomä), Karl (Carl) Johannes (1840 – 1921), 72, 88 ff., 95 ff., 101 f., 105, 107–112, 119, 155 ff., 168 ff., 174, 183, 265, 268 f., 272–280, 283, 287, 289 f., 293 ff., 324, 339–344

Thompson, Sir Benjamin (Graf von Rumford) (1753 – 1814), 299

Thomson, Sir Joseph John (1858 – 1940), 304

Thomson, Sir William (Lord Kelvin of Large) (1824 – 1907), 302, 304, 312

Tuercke (Türcke), August, Freiherr von (1817 – 1884), 75, 93 f., 96, 98, 118 f.

U

Ulrich, Georg Karl Justus (1798 – 1879), 153

V

Voigt, Christian Gottlob von (1743 – 1819), 16, 18, 20

Voigt, Friedrich Siegmund (1781 – 1850), 286

Voigt, Friedrich Wilhelm (ca. 1770 – 1803), 287

Voigt, Johann Heinrich (1751 – 1823), 30 f., 34 f., 37, 40, 150 f., 157, 159, 166, 186 f., 193, 287, 315, 328 ff.

Volta, Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio (1745 – 1827), 298

Voß (Voss), Aurel Edmund (1845 – 1931), 95

W

Wackenroder, Heinrich Wilhelm Ferdinand (1798 – 1854), 179

Wahl, Friedrich Wilhelm Ludwig (1793 – 1831), 34 f., 40, 42, 45, 150 ff., 166, 178, 187, 206, 287, 330

Waller, Ivar (1898 – 1991), 250

Wangerin, Friedrich Heinrich Albert (1844 – 1933), 242 ff.

Warburg, Emil (1846 – 1931), 116 f., 119

Weber, Ernst Heinrich (1795 – 1878), 201

Weber, Heinrich (1842 – 1913), 311

Weber, Heinrich Friedrich (1843 – 1912), 181, 246

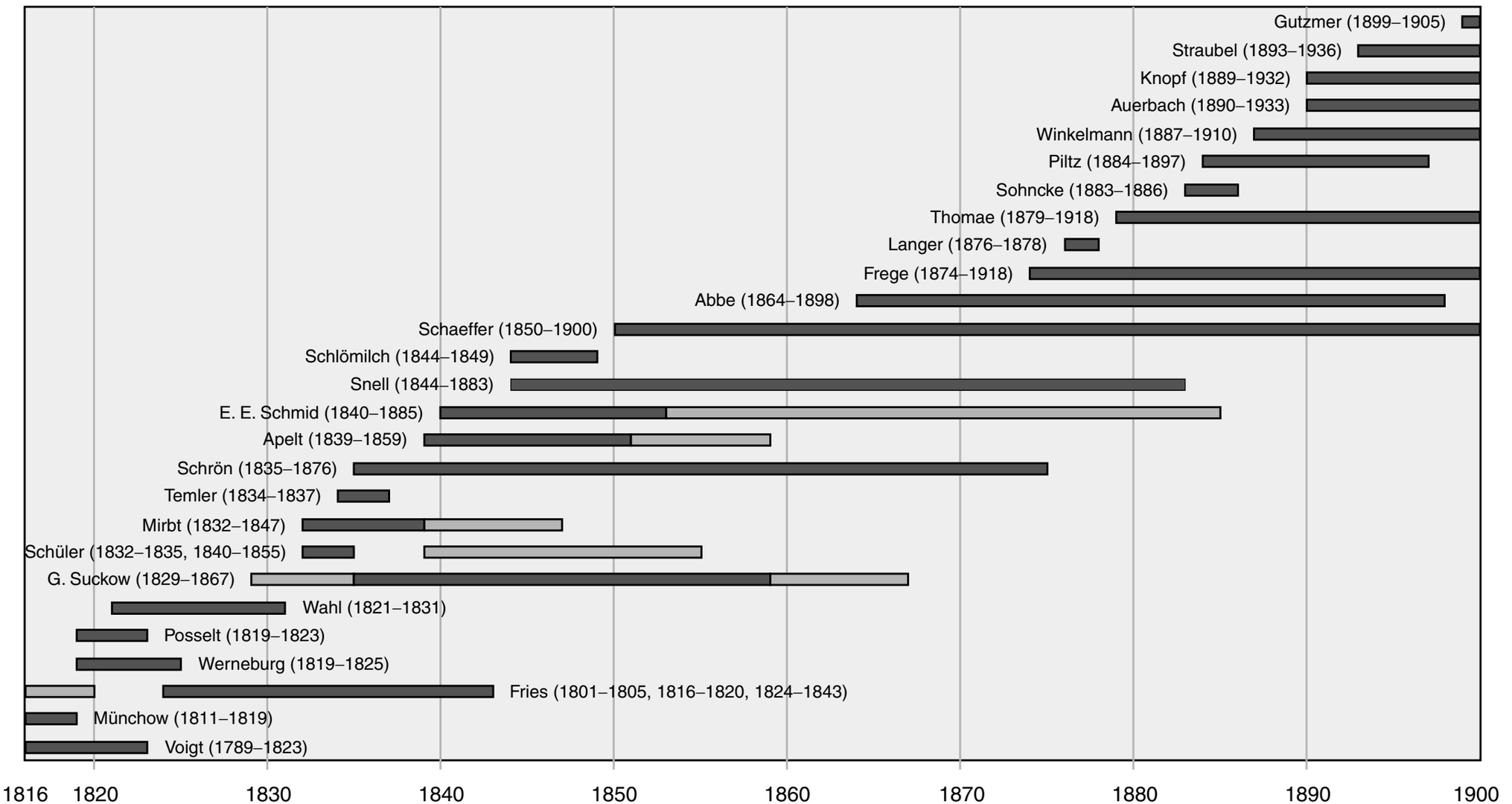
Weber, Wilhelm Eduard (1804 – 1891), 53, 66, 72, 201, 302, 310
Weierstraß, Karl Theodor Wilhelm (1815 – 1897), 231, 274, 300
Werneburg, Johann Friedrich Christian (1777 – 1851), 31–35, 40, 103, 150 ff., 158, 187–193, 207, 294, 316, 329 f.
Whewell, William (1794 – 1866), 205
Wiechert, Johann Emil (1861 – 1928), 304
Wieland, Christoph Martin (1733 – 1813), 9
Wien, Wilhelm Karl Werner Otto Fritz (1864 – 1928), 305
Winkelmann, Adolph (1848 – 1910), 86 f., 125–129, 132, 134 ff., 161, 240, 245–251, 257 f., 262, 289 f., 292, 294, 322, 340
Winkler, Wilhelm (1842 – 1910), 291
Wittgenstein, Ludwig Josef Johann (1889 – 1951), 269
Wolf, Johann Rudolf (1816 – 1893), 221, 263

Y

Young, Thomas (1773 – 1829), 298

Z

Zach, Franz Xaver von (1754 – 1832), 77
Zeiss (Zeiß), Carl Friedrich (1816 – 1888), 12, 68 f., 74 f., 139, 143 ff., 182, 235, 237, 318 f.
Zeiss (Zeiß), Roderich (1850 – 1919), 139, 142, 144 f.
Zenker, C., 181
Ziegesar, Anton, Freiherr von (1783 – 1843), 42, 45 f., 49, 81
Ziegesar, August Friedrich Karl, Freiherr von (1746 – 1813), 20



Vorlesungstätigkeit der in Jena im Bereich der Mathematik, Physik und Astronomie lehrenden Dozenten (1816–1900)

Maßgeblich für die Erstellung der Tabelle war die Vorlesungstätigkeit im Bereich der Mathematik, Physik und Astronomie der Jenenser Dozenten, so dass es zu Abweichungen mit Habilitations- oder Emeritierungsdaten kommen kann. Es wurde auch die Lehrtätigkeit von Dozenten berücksichtigt, die über einen längeren Zeitraum zur Mathematik und Physik lehrten, aber keinen diesbezüglichen Lehrauftrag hatten. Als Anfangs- bzw. Endpunkt wurden in der Regel die erste und letzte diesbezügliche Vorlesung gewählt, wobei auch Vorlesungen außerhalb dieser drei Fachgebiete Berücksichtigung fanden (hellgrau markiert).