

Mathematisch-physikalische Klasse.

Am 2. November 1914 ist **Heinrich Burkhardt**, ordentlicher Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule zu München und ordentliches Mitglied der mathematisch-physikalischen Klasse unserer Akademie einem schweren Leiden, gegen das die Kunst der Ärzte vergeblich ankämpfte, das die treue Sorge der Gattin nur zu lindern vermochte, erlegen.

Wir betrauern in dem allzufrüh Dahingegangenen einen hochbegabten, erfolgreichen, unermüdlich tätigen Gelehrten von umfassendem Wissen und reicher Bildung und beklagen, daß sein Tod den Abschluß größerer weitangelegter literarischer Arbeiten, an denen er in den letzten Jahren seines Lebens mit zäher Ausdauer tätig war, abgebrochen hat.

Heinrich Burkhardt wurde am 15. Oktober 1861 zu Schweinfurt als Sohn des dortigen Bezirksgerichtsassessors Burkhardt geboren. Schon in früher Jugend (1867) verlor er

den Vater. Die Mutter, eine Tochter des Ansbacher Hofapothekers Heyde zog in ihre Vaterstadt zurück und widmete sich hier ganz der Erziehung ihrer Kinder, ihres Sohnes und seiner jüngeren Schwester. Schon früh trieb den stillen, in sich gekehrten Knaben der Eifer zu lesen und zu lernen zu den Büchern, aus deren Inhalt er dann wieder die Schwester belehrte. Von den Spielen seiner Altersgenossen blieb er fern. Auf dem Ansbacher Gymnasium war er ein musterhafter Schüler, der sich allen Lehrgebieten mit gleichem Fleiße und mit größter Gewissenhaftigkeit widmete. Doch trat schon dort seine besondere Neigung zur Mathematik hervor, für deren Studium er in Sigmund Günther einen verständnisvollen Lehrer fand. Gleichwohl begann er — nach ausgezeichnet bestandnem Examen ins Maximilianeum in München aufgenommen — mit dem Studium der Jurisprudenz, dem Wunsche seiner Verwandten folgend. Aber bald gab Neigung und Begabung den Ausschlag und er widmete sich an Universität und Technischer Hochschule ganz der Mathematik. Die letzten Semester verbrachte er in Berlin und Göttingen, wo er sich unter Weierstrass und Schwarz weiterbildete. Nach Ablegung der Lehramtsprüfung (1884) trat er in den Jahren 1884—87 als Assistent für Mathematik an der Technischen Hochschule in München in das Lehramt ein.

Hier entstand, unter A. Voss' Leitung Burkhardts erste wissenschaftliche Arbeit, mit der er 1887 promovierte, eine Untersuchung der „Beziehungen zwischen der Invariantentheorie binärer Formen und der Theorie algebraischer Integrale und ihrer Umkehrungen“.

Ausgehend von der Darstellung der Covarianten der biquadratischen Form als (Weierstrassscher) elliptischer Funktionen werden auch die Covarianten binärer Formen n^{ter} Ordnung durch die Coefficienten gewisser Reihenentwicklungen der oberen Grenze von Integralen ausgedrückt, die aus dem Abbildungsproblem geradliniger Polygone auf den Kreis bekannt sind.

Andererseits beschäftigten ihn hier, auf Dycks Veran-

lassung, algebraische Studien und im besonderen die Frage, in wie weit die Ruffinischen Untersuchungen zur Gruppentheorie dem systematischen Ausbau bei Cauchy vorgearbeitet haben. Indem Burkhardt hier die vorausgehenden Arbeiten von Waring, Lagrange und Vandermonde mit einbezieht und dann die Ruffinischen eingehend analysiert, die in der Tat viel weiter reichen, als man bisher, von der umständlichen Darstellung abgeschreckt, herausgelesen hatte, zeigt sich zum ersten Male sein Sinn für historische Studien, zu denen er wegen seiner Gründlichkeit, seiner Beharrlichkeit, sich auch durch spröden Stoff durchzuarbeiten, wie seines kaum fehlgreifenden Gedächtnisses wegen in seltener Weise befähigt war.

1887 siedelte Burkhardt nach Göttingen über, angezogen von Felix Kleins umfassender wissenschaftlicher Tätigkeit, an der er seine Schüler und jüngeren Freunde teilnehmen ließ und als Mitarbeiter heranzog. Damals war Klein mit der Übertragung und Erweiterung der Weierstrassschen σ -Funktion in Definition und Entwicklungen auf die hyperelliptischen Gebilde beschäftigt, die er auch im Sommer 1887 und Winter 1887/88 zum Gegenstand seiner Vorlesungen machte. Da war es ihm willkommen, in Burkhardt einen jungen, bei Weierstrass geschulten Mathematiker zu finden, dem er die exakte Ausarbeitung und Ergänzung seines Gedankenganges, wie er ihn selbst in den beiden Abhandlungen über hyperelliptische Sigmafunktionen (Mathematische Annalen, Band 27 und 32) niedergelegt, übertragen konnte. So entstanden zunächst die „Beiträge zur Theorie der hyperelliptischen Sigmafunktionen“ (Math. Annalen, Band 32), in denen er die von Klein für die Behandlung dieser Funktionen aufgestellten Gesichtspunkte ins Einzelne durchführte und sich dabei ebensowohl zur Präzision der Definition und in den Beweisen der von Weierstrass ausgebauten Schlußweise bediente, als er für die anschauungsmäßige Darlegung die Riemannschen Vorstellungen in Anspruch nahm. Unmittelbar an Kleins im Winter 1887/88 gehaltene Vorlesung knüpfen die „Grundzüge einer allgemeinen Systematik der hyperelliptischen Funktionen

I. Ordnung“ an (Math. Annalen, Band 35, 1889). Sie geben eine Klassifikation hyperelliptischer Funktionen im engen Anschluß an die „Stufeneinteilung“ der elliptischen Funktionen mit Anwendung auf die speziellen Probleme der Teilung und der Transformation. Die Fruchtbarkeit der gewonnenen Methoden darzutun, hat dann Burkhardt in den „Untersuchungen aus dem Gebiete der hyperelliptischen Modulfunktionen“ (Math. Annalen, Band 36, 37 u. 41, 1889–92) Anwendungen verschiedener Richtung gegeben, die sich im wesentlichen um das Problem der Multiplikatorgleichung gruppieren. Kleinere Aufsätze, auch über Fragen der mathematischen Physik, die gelegentlich in den Göttinger Nachrichten und in den Mathematischen Annalen in jener Zeit erschienen, zeugen von dem vielseitig angeregten Verkehr, der sich in Göttingen den jungen Mathematikern darbietet.

Im November 1889 hatte sich Burkhardt dort die *venia legendi* erworben und von da ab eine mannigfaltige Lehrtätigkeit ausgeübt, die sich zunächst auf grundlegende Vorlesungen (Differential- und Integralrechnung, analytische und synthetische Geometrie), dann aber auch auf spezielle Gebiete der Algebra (Galoissche Theorie), der Axiomatik, der Funktionentheorie und der Geschichte erstreckte.

Weiterhin beschäftigten ihn vergleichende Studien über neuere, von den Astronomen angewandte Methoden der Störungstheorie, die er in einem Aufsatz „Über einige mathematische Resultate neuerer astronomischer Untersuchungen, insbesondere über irreguläre Integrale linearer Differentialgleichungen“ (Math. Kongreß, Chicago 1893) niederlegte.

Von beträchtlichem Einfluß für Burkhardts Entwicklung in eben dieser Richtung ist dann ein halbjähriger Aufenthalt, Winter 1893/94, in Paris geworden, wo er besonders den Vorlesungen von Poincaré, Tisserand und Picard folgte. Eine kleine Vorlesung „Über die Konvergenz der in der Physik und Astronomie gebräuchlichen Entwicklungen“, die er im darauffolgenden Sommer abhielt, zeugt von der gewonnenen

Vorliebe für dieses Grenzgebiet, die weiter noch in einer Reihe wertvoller Doktordissertationen zu Tage tritt, zu denen er in Zürich und München die Anregung gab.

In ganz besonderem Maße aber wird Burkhardts spätere Tätigkeit von da ab beeinflusst und bestimmt von seiner Teilnahme an einem Unternehmen, das, im Jahre 1905 begonnen, weiterhin eine große Zahl deutscher Mathematiker und eine Reihe von ausländischen in seinen Bannkreis zog, die Herausgabe der *Encyclopädie der mathematischen Wissenschaften*. Damals sollte zunächst die Bearbeitung der reinen Mathematik in die Wege geleitet werden und mit Franz Meyer wurde Burkhardt von der Akademischen Kommission zum Redakteur des zweiten, der Analysis gewidmeten Bandes ausersehen, wozu er sich, dank einer ungewöhnlichen Belesenheit, Sicherheit, Gedächtnistreue und Gewissenhaftigkeit in ganz besonderem Maße eignete und bewährte. Er hat die Arbeit mit der Pflichttreue übernommen, die er für alle Aufgaben und Forderungen hatte, die er als notwendig erkannte. Aber ihre Durchführung ist ihm, gerade bei seinen Anlagen und Eigenschaften nicht leicht, ja bisweilen drückend geworden; hat er doch damals ebensowenig wie irgend ein anderer der Beteiligten die Größe des Unternehmens überschaut und die Summe der Arbeit ermessen, die bewältigt werden mußte. Burkhardt besaß nicht die Leichtigkeit, zunächst in groben Umrissen zu disponieren und dann im Einzelnen das Wichtigste auszubauen, minder Wichtiges bei Seite zu lassen, sondern er ist stets Schritt um Schritt, sichernd und kritisch prüfend vorgegangen. Seine Gewissenhaftigkeit hat ihn gezwungen, nicht nur den Hauptweg der historischen Entwicklung zu verfolgen, sondern er ist auch allen Seitenstraßen und Gäßchen und den Sackgassen und Irrwegen getreulich nachgegangen. So schreibt er in dem sogleich noch näher zu bezeichnenden Referat über die „Entwicklungen nach oszillierenden Funktionen und Integration der Differentialgleichungen der mathematischen Physik“: „Es werden viele Benutzer finden, daß ich den Leuten

dritten und vierten Ranges, wohl auch der absoluten Torheit zuviel nachgegangen bin; ich möchte demgegenüber dreierlei zu bedenken geben. Einmal würde man ein ganz falsches Bild von dem Zustand der Mathematik und Physik in früheren Zeiten erhalten, wenn man nur die Auffassung der ersten Meister darstellen wollte; viele Erscheinungen sind nur zu verstehen, wenn man sich klar macht, wie lange es dauert, bis solche Auffassungen in weiteren Kreisen nicht nur äußerlich akzeptiert, sondern auch innerlich aufgenommen werden. Zweitens ist gerade auf unserem Gebiete wohl zu beachten, daß manche mathematische Untersuchung eines physikalischen Problems, die auf physikalisch oder mathematisch unzutreffenden Voraussetzungen beruht und also zunächst zu verwerfen sein würde, doch die Veranlassung zur Entwicklung von Methoden gewesen ist, die dann für andere Probleme sich nützlich erwiesen haben. So sind z. B. die Untersuchungen von Legendre und Laplace über die Anziehung der Ellipsoide voll von Fehlschlüssen, aber an ihnen hat sich die Lehre von den Kugelfunktionen entwickelt. Und endlich mag doch vielleicht hie und da jemand vor einer Torheit bewahrt werden, wenn er sieht, daß sie schon vor ihm begangen worden ist.“

An dieser Stelle, wie an so mancher anderen seiner Arbeiten, zeigt sich, wie gewissenhaft Burkhardt stets die Art und Abgrenzung seiner Darstellung durchdacht hat und sie läßt auch den feinen Humor erkennen, mit dem er besonders im Vortrag und Gespräch seine Betrachtungen zu beleben wußte, mit dem er sich auch über manche trübe und sorgenvolle Stunde seines Lebens hinweggeholfen hat.

Die ersten Aufsätze, die Burkhardt für die Enzyklopädie geschrieben, der später in den zweiten Band eingereihte, zusammen mit Franz Meyer verfaßte Probeartikel zur „Potentialtheorie, Theorie der Laplace-Poissonschen Differentialgleichung“, dann insbesondere der Aufsatz über „Endliche diskrete Gruppen“ (im ersten Bande) und über „Kontinuierliche Transformationsgruppen“ (im zweiten Bande, zusammen mit L. Maurer) sind Muster einer knappen präzisen

Darstellung, in denen Burkhardt den von der Redaktion jeweils für die einzelnen Artikel eng bemessenen Umfang gewissenhaft einhielt und ausnützte. Auch späterhin hat er, trotz des überreichen Stoffes, der sich ihm bei Behandlung der oszillierenden Funktionen, wie der trigonometrischen Reihen und Integrale darbot, versucht, an dieser knappen Form, die seiner Eigenart entsprach, festzuhalten; dagegen hat er eine breitere Darstellung der Materie in anderem Rahmen in dem oben genannten, der Deutschen Mathematiker-Vereinigung erstatteten Bericht gewählt.

Schon ehe nämlich der Gedanke der Herausgabe einer Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften aufgetreten, hatte die Deutsche Mathematikervereinigung den Plan gefaßt, ausführliche wissenschaftliche Referate über zusammenhängende Gebiete der mathematischen Forschung zu veröffentlichen. Solche Referate erschienen jetzt recht eigentlich als die Vorarbeit korrespondierender Darstellungen in der Enzyklopädie. So hat auch Burkhardt, als er für die Enzyklopädie die Artikel über trigonometrische Reihen und verwandte Entwicklungen übernahm, zunächst die ungemein ausgebreitete und überall zerstreute Literatur über den Gegenstand in dem schon genannten ausführlichen Bericht im 10. Bande der Veröffentlichungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung zusammengefaßt. Dabei galt es dort insbesondere auf die verschiedenen astronomischen, physikalischen, geophysikalischen, physiologischen und technischen Fragestellungen einzugehen, deren Lösung mit Hilfe solcher Reihenentwicklungen geschieht. Burkhardt hat zum ersten Mal den Versuch gemacht, „in dieses Chaos wenigstens einigen Überblick zu bringen“. Je weiter die Arbeit vordringt, um so schwieriger erscheint sie ihm bei der Vielseitigkeit der zu übersehenden Gebiete. Denn die ursprüngliche Absicht, wesentlich nur auf die Integration der Differentialgleichungen der mathematischen Physik, nicht aber auf die Grundlagen für ihre Aufstellung einzugehen, ließ sich nicht durchführen. „Dabei wird man“, schreibt er, „freilich fragen, warum übernimmst Du etwas, wozu Du nicht vollständig ausgerüstet bist? Ich

kann nur antworten, weil es gemacht werden mußte und es sonst niemand gemacht hat“. Diese Überzeugung hat Burkhardt immer wieder, trotz vielseitigster neuer Aufgaben — er war inzwischen, 1897, Ordinarius an der Universität Zürich geworden — zu seiner Darstellung zurückgeführt, die er im Jahre 1908 abschloß: Das Referat war zu einem großen zweibändigen Werke geworden. Die Unmenge der darin besprochenen Arbeiten mag damit bezeichnet sein, daß es über 9000 literarische Zitate aufweist. Burkhardt war sich wohl bewußt, daß mit dieser ungeheuren Arbeit nicht die volle Aufgabe einer systematischen Darstellung der Gebiete nach ihrer spezifisch mathematischen Seite gelöst sein konnte, aber er hat die wichtigste Vorarbeit dazu geleistet, auf welche nun nach den verschiedenen Richtungen der Theorie und Anwendungen hin Einzeldarstellungen fußen konnten. „Daß der Enzyklopädieartikel von C. Müller über die Differentialgleichungen der Elastizitätstheorie eine viel klarere Darstellung geben konnte, als sie bei mir zunächst vorliegt, wird niemand Wunder nehmen, der aus eigener Erfahrung weiß, welchen Unterschied es bei solchen historischen Arbeiten macht, ob bereits Vorarbeiten vorliegen oder nicht.“ Vor allem hat Burkhardt seine eigenen Enzyklopädieartikel über „Trigonometrische Interpolation“ (Mathematische Behandlung periodischer Naturerscheinungen) und über „Trigonometrische Reihen und Integrale“ abgeschlossen. Hier tritt im Gegensatz zu jenem Referat die analytische Durchführung der Fragestellungen hervor, dagegen die Beziehung zu den Anwendungen zurück. Der letzte Aufsatz bricht mit dem Jahre 1850 ab, ohne einen eigentlichen Abschluß zu bieten; aber Burkhardt mochte fühlen, daß er seiner Leistungsfähigkeit ein bestimmtes Ziel stecken müsse, daß seine Kraft, die er immer erneut, in selbstloser Hingabe an die Vollendung gewendet, zu Ende ging. Er mußte wünschen und hoffen, daß jüngere Schultern die Weiterführung übernehmen würden, wo dann gerade die Darstellung der neueren Untersuchungen dieses Gebietes von besonderem Interesse ist. Noch eine andere wichtige Sache ist die Herstellung

eines ausführlichen Sachregisters für das von der Mathematiker-Vereinigung herausgegebene Werk — ein Verzeichnis der in demselben besprochenen Abhandlungen liegt, von Burkhardts Gattin nach seinen Anweisungen angefertigt, fast druckfertig vor — die erst die volle Bedeutung der geleisteten Arbeit zur Geltung bringen wird.

Mit der Übersiedelung an die Züricher Universität begann eine fruchtbringende und vielseitige Lehrtätigkeit, in der es galt, bei einer kleinen Zahl von Lehrkräften die Vorlesungen den Bedürfnissen der Studierenden der Naturwissenschaften anzupassen, sie aber ebenso für die Kandidaten der Mathematik und Physik zu organisieren, bei diesen zudem den Interessen der künftigen Lehrer und den Zielen des gelehrten Unterrichtes in gleichem Maße gerecht zu werden. Wie Burkhardt den Unterricht für die jungen Chemiker und Mineralogen zurechtlegte, ist aus seinen „Vorlesungen über die Elemente der Differential- und Integralrechnung und ihre Anwendung zur Beschreibung von Naturerscheinungen“ zu ersehen. Durch Auswahl und Anordnung des Stoffes wird die Einführung des Grenzwertes für die Ableitung der Differentiationsregeln verschoben und an seine Stelle zunächst eine etwas künstliche Rechenregel von allzugeringer Reichweite gesetzt. Mochte der so geschaffene Ausweg auch ihn selbst wenig befriedigen, so war Burkhardt doch eine zu empfindsame Gelehrtennatur, als daß er sich zu einem anderen Kompromiß, einer auf gröbere Anschauung berechneten Freskomalerei, hätte verstehen können. Später, als Burkhardt an die Technische Hochschule in München (im Jahre 1908 als Nachfolger von Braunmühl) übersiedelt war, sah er sich auf eine neue Art genötigt, praktischen Anforderungen, wie sie dort der Techniker an die Ausgestaltung der mathematischen Vorlesungen stellt, zu genügen; da aber mit einem klar vorgezeichneten Weg. War dort neben der inhaltlichen auch die zeitliche Beschränkung allzugroß, so konnten jetzt geometrische und mechanische Anschauungen ausführlich und sorgfältig zur Entwicklung der Grundlagen benützt werden, die Aufgaben

der Näherungsrechnung, denen schon in jenem Buche besondere Beachtung geschenkt war, einen breiteren Raum beanspruchen. So hat, bei aller Neigung für abstraktere Denkweise, Burkhardt doch der ihm an der technischen Hochschule gebotene größere Rahmen seiner Unterrichtstätigkeit hohe Befriedigung gewährt.

Schon im Jahre 1896, noch in der Göttinger Zeit, hatte Burkhardt vom Verlag von Veit die Aufforderung erhalten, ein kurzes „Lehrbuch der elliptischen Funktionen“ zu schreiben. Bei der Anlage desselben, bei der die Riemannschen Vorstellungsweisen die Grundlage für die Anordnung bilden, die neueren Entwicklungen, wie sie die Theorie der Modul-funktionen einerseits, die Weierstraßschen Formulierungen andererseits darbieten, sich anschließen sollten, sah sich Burkhardt bald in die Notwendigkeit versetzt, die Grundlagen für diesen Aufbau in einem besonderen Werke, als eine „Einführung in die Theorie der analytischen Funktionen einer komplexen Veränderlichen“ voranzustellen, das 1897 erschien. Und hier wieder ergab sich, bei dem Anlaß einer Neubearbeitung, der Wunsch, die aus der Theorie der reellen Veränderlichen und ihrer Funktionen benötigten Sätze gesondert in breiterer Ausführung darzulegen. So entstand dann (1907) Burkhardts „Algebraische Analysis“, die gerade jene Lücke ausfüllt, die zwischen den in der Mittelschule zum Teil ohne feste Grundlage, mehr durch das mechanische Ausführen von Rechenregeln erworbenen Kenntnissen und jenem konsequenten System der Arithmetik und Algebra besteht, wie es die heutige Funktionentheorie zum Ausgangspunkt nehmen muß. In den einleitenden Worten zu diesen drei Teilen seiner „Funktionentheoretischen Vorlesungen“ hat Burkhardt seine Anschauungen über eine zweckmäßige Einführung in die moderne Analysis dargelegt. „Die Riemannschen geometrischen Vorstellungsweisen sind durchweg in den Vordergrund gestellt; dabei wird aber versucht, unter angemessener Einschränkung der Voraussetzungen diejenige Schärfe der Beweisführung zu erreichen, die niemand mehr

entbehren kann, dem einmal in der Schule von Weierstrass die Augen geöffnet sind.“ Niemand aber war geeigneter als Burkhardt, gerade ein solches Programm durchzuführen und so sind diese Vorlesungen ein fundamentales Lehrbuch geworden, das in seiner knappen, feindurchdachten, präzisen Darstellung, in seiner Anschaulichkeit, in seiner sicheren, aber reiche Ausblicke gewährenden Begrenzung allseitige Anerkennung und weiteste Verbreitung gefunden hat.

So anregend und vielseitig, namentlich auch durch die Beziehung zwischen Universität und Polytechnikum, sich die Tätigkeit in Zürich gestaltet hatte — auch die Gründung eines eigenen Heims mit der Tochter des Historikers Büdinger fällt in diese Periode — Burkhardt ist doch gern an die Münchener Hochschule übergesiedelt, an die Stätte seiner ersten Studien und in den Kreis alter Freunde und Studien-genossen.

Hier aber hat ihm die kargende Gunst des Schicksals nur noch eine kurze Frist arbeitsfroher Jahre gewährt. Da hat er an den Interessen der Hochschule, an ihren organisatorischen Fragen regen Anteil genommen, den wissenschaftlichen Arbeiten seiner Schüler die beste Fürsorge zugewendet, hat auch außerhalb seines eigensten Gedankenkreises technische Fragen, wie sie sich im Umgang mit den Kollegen darboten, in der ihm eigenen Vielseitigkeit und Klarheit durchgeführt, seiner Hauptarbeit an der Encyklopädie noch manche feinsinnige Abhandlung verwandten Inhalts zugefügt, der Anerkennung, die ihm (1909) durch Aufnahme in die Akademie der Wissenschaften zu Teil wurde, sich aufrichtig gefreut. Dann aber hat der schwankende Gesundheitszustand der Gattin, eigene Beschwerden, der Zwang umfangreicherer Verpflichtungen, wie sie der Betrieb der größeren Hochschule mit ihren mannigfachen Prüfungen mit sich brachte, nicht zuletzt die immer drückender empfundenen Arbeiten an der Encyklopädie den rechten Arbeitsmut und die ursprüngliche Schaffenskraft nicht mehr recht aufkommen lassen. Ganz allmählich machten sich die Anzeichen eines schweren inneren Leidens bemerkbar,

bei dessen Fortschreiten er wohl empfand, daß er entsagen müsse und daß die geistige Spannkraft, die er bis zuletzt bewahrte, dem ungleichen Kampfe unterliegen werde. Sein Pflichtbewußtsein, die Sorge um die Gattin, Anteil für die Freunde, die Kollegen und Schüler, der Gedanke an die übernommenen wissenschaftlichen Arbeiten hielten ihn noch aufrecht. Er hat seine Pflichten erfüllt bis ans Ende mit der Einfachheit, Wahrhaftigkeit und Treue, die sein ganzes Wesen bezeichnet hat.

Have pia anima.

Have anima candida.

v. Dyck.

Verzeichnis der Veröffentlichungen
von Heinrich Burkhardt. †¹⁾

1. Inaugural-Dissertation: Beziehungen zwischen der Invariantentheorie und der Theorie algebraischer Integrale und ihrer Umkehrungen. München 1886. (26 S.)

Veröffentlichungen in verschiedenen Zeitschriften:

2. Beiträge zur Theorie der hyperelliptischen Sigmafunktionen. Math. Ann. 32 (1888), 381—442.
3. Grundzüge einer allgemeinen Systematik der hyperelliptischen Funktionen 1. Ordnung. Nach Vorlesungen von F. Klein. Math. Ann. 35 (1889), 189—296.
4. Über eine elliptische Multiplikatorgleichung. Göttinger Nachrichten (1889), 553—557.
5. Zur Theorie der Jacobischen Gleichungen 40. Grades, welche bei der Transformation 3. Ordnung der Thetafunktionen von zwei Veränderlichen auftreten. Göttinger Nachrichten (1890), 376—382.
6. Untersuchungen aus dem Gebiet der hyperelliptischen Modulfunktionen. Erster Teil. Math. Ann. 36 (1890), 371—434.
7. Untersuchungen aus dem Gebiet der hyperelliptischen Modulfunktionen. Zweiter Teil. Math. Ann. 38 (1891), 171—224.
8. Die Anfänge der Gruppentheorie und Paolo Ruffini. Zeitschr. f. Math. und Phys. 37 (1892), Supplement, 119—159;
auch italienisch:
Paolo Ruffini e i primordii della teoria dei gruppi. Annali di Mat. (2) 22 (1894), 175—212.

¹⁾ Nach der von Herrn Liebmann im Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung veröffentlichten Liste.

9. Über einen fundamentalen Satz der Lehre von den endlichen Gruppen linearer Substitutionen. Math. Ann. 41 (1892), 309—312.
10. Untersuchungen aus dem Gebiete der hyperelliptischen Modulfunktionen. Dritter Teil. Math. Ann. 41 (1892), 313—343.
11. Zur Reduktion des Problems der 27 Geraden der allgemeinen Fläche dritter Ordnung auf das Transformationsproblem der hyperelliptischen Funktionen $p = 2$. Göttinger Nachr. 1892, 1—5.
12. Über Funktionen von Vectorgrößen, welche selbst wieder Vectorgrößen sind, eine Anwendung invariantentheoretischer Methoden auf eine Frage der mathematischen Physik. Göttinger Nachrichten (1893), 155—159.
Dasselbe auch, erweitert, unter demselben Titel. Math. Ann. 43 (1893), 197—215.
13. Über die Darstellung einiger Fälle der automorphen Primformen durch spezielle Thetareihen. Math. Ann. 42 (1893), 185—214.
14. Sur les fonctions de Green relatives à un domaine d'une dimension. Soc. math. de France. Bull. 22 (1894), 71—75.
15. Beiträge zu den Untersuchungen über die Grundlagen der Geometrie. Göttinger Nachrichten (1895), 114—118.
16. Über einige mathematische Resultate neuerer astronomischer Untersuchungen, insbesondere über irreguläre Integrale linearer Differentialgleichungen. Chicago, Math. Congr. I (1875), 13—34.
17. Zur Theorie der linearen Scharen von Punkttaggregaten auf algebraischen Kurven. Göttinger Nachrichten (1896), 267—274.
18. Über Vectoranalysis. Deutsche Math. Ver. 5 (1897), 43—52.
19. Mathematisches und naturwissenschaftliches Denken. Antrittsvorlesung in Zürich, gehalten am 6. November 1897. Beilage zur Allgemeinen Zeitung vom 22. November 1897.
Wieder abgedruckt: Deutsche Math. Ver. 11 (1902), 49—57.
20. Sur le principe de correspondance. Paris, C. R. 126 (1898, 1), 1854—1856.
21. Bemerkungen über das Rechnen mit Grenzwerten und Irrationalzahlen. Zürich, Naturf. Ges. 46 (1901), 178—184.
22. Über Differentialgleichungen (Auszug aus einem Brief an G. v. Escherich). Monatshefte f. Math. 12 (1901), 290—298.
23. Über Reihenentwicklungen nach oscillierenden Funktionen. Deutsche Math. Ver. 12 (1903), 563—565.
24. Wie man vor Zeiten rechnete. (Rathausvortrag, gehalten in Zürich den 14. November 1904.) Zeitschr. f. math. u. naturw. Unterr. 36 (1904), 9—20.
25. Zu den Funktionen des elliptischen Zylinders. Deutsche Math. Ver. 15 (1906), 445.

26. Über Interpolation durch Exponentialfunktionen. Göttinger Nachrichten (1907), 160—162.
27. Zur Theorie der trigonometrischen Reihen und der Entwicklung nach Kugelfunktionen. München, Akad. Ber. 39 (1909), Nr. 10 (23 S.).
28. Über den Gebrauch divergenter Reihen in der Zeit von 1750—1860. Math. Ann. 70 (1911), 169—206.

Vorher bereits erschienen in: Gratulationsschrift zum 60. Geburtstag von A. Pringsheim. Leipzig 1910, p. 41—78.

29. Untersuchungen von Cauchy und Poisson über Wasserwellen. München, Akad. Ber. 42 (1912), 97—120.
30. Zur Geschichte der Interpolation durch Exponentialfunktionen (gemeinsam mit R. Kleeberg). Bibl. Math. (3) 13 (1913), 150—153.
31. Mathematische Miscellen aus der Vorlesungspraxis. Deutsche Math. Ver. 22 (1913), 221—226.
32. Zur Theorie der Gammafunktion, besonders über ihre analytische Darstellung für große Werte des Arguments. München, Akad. Ber. 43 (1913), 383—396.
33. Über Funktionen großer Zahlen, insbes. über die näherungsweise Bestimmung entfernter Glieder in den Reihenentwicklungen der Theorie der Keplerschen Bewegung. München, Akad. Ber. 44 (1914), 1—11.
34. Schwingungen unter den Einfluß einer dem Quadrat der Geschwindigkeit proportionalen Dämpfung. Zeitschr. f. Math. u. Phys. 63 (1914), 303—311.

Gesondert erschienene Werke und Abhandlungen:

35. Bernhard Riemann (Vortrag bei der am 20. Juli 1891 vom math. Verein zu Göttingen veranstalteten Feier der 25. Wiederkehr des Todestages). Göttingen 1891 (12 S.).
36. Funktionentheoretische Vorlesungen, I. Teil. Einführung in die Theorie der analytischen Funktionen einer komplexen Veränderlichen. Leipzig 1897 (213 S.).
Bei den drei weiteren Auflagen (zweite 1904, dritte 1908, vierte 1912) heißt der Haupttitel: Funktionentheoretische Vorlesungen, ersten Bandes zweites Heft: Einführung etc.
37. Funktionentheoretische Vorlesungen, ersten Bandes erstes Heft: Algebraische Analysis. Leipzig 1903 (196 S.); 2. Auflage 1903.
38. Funktionentheoretische Vorlesungen, II. Teil: Elliptische Funktionen. Leipzig 1899 (373 S.); 2. Auflage 1906.
39. Vorlesungen über die Elemente der Differential- und Integralrechnung und ihre Anwendung zur Beschreibung von Naturerscheinungen. Leipzig 1907 (252 S.).

Literaturbericht für die Deutsche Mathematiker-Vereinigung:

40. Entwicklungen nach oszillierenden Funktionen und Integration der Differentialgleichungen der mathematischen Physik. Jahresberichte der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, X. Band, 1901—1908, (S. 1—1804).

Berichte in der Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften:

41. Potentialtheorie (Theorie der Laplace-Poissonschen Differentialgleichung), gemeinsam mit Fr. Meyer (1896). Math. Enzykl. Bd. III (39 S.).
42. Endliche diskrete Gruppen (1898). Math. Enzykl. Bd. I (18 S.).
43. Kontinuierliche Transformationsgruppen (gemeinsam mit L. Maurer) (1900). Math. Enzykl. Bd. II (35 S.).
44. Trigonometrische Interpolation (Mathematische Behandlung periodischer Naturerscheinungen) (1914). Math. Enzykl. Bd. II (52 S.).
45. Trigonometrische Reihen und Integrale bis etwa 1850 (mit Beiträgen von L. Berwald, A. Rosenthal und R. Kleeberg) (1914). Math. Enzykl. Bd. II (236 S.).

Besprechungen:

46. E. Picard, *Traité d'Analyse*, T. 1 (1891), T. 2 (1893). Gött. gel. Anz. 1894, Nr. 5, 365—374.
47. W. Wundt, *Logik. Eine Untersuchung der Prinzipien der Erkenntnis und der Methoden wissenschaftlicher Forschung*. 2 Bände, 2. Aufl. 1893—1894. Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Philosophie 19 (1895), S. 408—423.
48. Zahlreiche Referate im Jahrbuch der Fortschritte der Mathematik in den Jahrgängen 22—25 (1890—1897).