Feier

der

Grossherzoglichen Technischen Hochschule

FRIDERICIANA

bei Übergabe des Rektorates

am 19. November 1910

KARLSRUHE

MDCCCX

Bericht über das Studienjahr 1909/1910

erstattet von dem abtretenden Rektor

Dr. Adolf von Oechelhaeuser

ord. Professor der Kunstgeschichte und Geheimer Hofrat

Geltung und Wirksamkeit der Mathematik

Festrede, gehalten von dem Rektor des Jahres 1910/1911

Dr. Paul Stäckel

ord. Professor der Mathematik und Geheimer Hofrat

Geltung und Wirksamkeit
der Mathematik

Königliche Hoheit!

Hochgeehrte Damen und Herren!

Werte Kollegen! Liebe Kommilitonen!

Die erste Amtshandlung, die mir heute obliegt, besteht in der Verteilung von zwei akademischen Preisen.

Der längere Zeit eingestellte Wettbewerb der Studierenden des Baufachs um eine goldene Preismedaille war im Jahre 1908 auf Antrag der Abteilung für Architektur wieder eingeführt worden. Nachdem er in den beiden letzten Jahren lebhaftere Beteiligung gefunden hatte und vortreffliche künstlerische Arbeiten vorgelegt worden waren, soll die Aushändigung der Medaille von jetzt ab öffentlich bei dem Festakt des Rektoratswechsels stattfinden.

Ferner haben Rektor und Senat anlässlich der hundertjährigen Wiederkehr des Geburtstages von Ferdinand Redtenbacher, die wir im vergangenen Jahre festlich begangen haben, auf Antrag der Abteilung für Maschinenwesen beschlossen, dass alljährlich auf Vorschlag des Abteilungskollegiums an einen Diplomingenieur des Maschinenwesens, der die Hauptprüfung mit Auszeichnung bestanden hat, eine Preismedaille verliehen werden soll. Sie besteht aus einer von Künstlerhand entworfenen silbernen Plakette, deren Vorderseite den wohlgelungenen Charakterkopf Redtenbachers trägt.

Die goldene Medaille der Architektur-Abteilung ist in diesem Jahre für die beste Lösung der Aufgabe: Entwurf eines fürstlichen Mausoleums

Herrn Hermann Alker aus Lambrecht, die Redtenbacher-Medaille für erfolgreiches Studium an der Fridericiana Herrn Diplomingenieur Siegfried Hassler aus Schwetzingen zuerkannt worden. Ich bitte die beiden Herren, die ihnen verliehenen Auszeichnungen in Empfang zu nehmen, und überreiche sie ihnen mit den herzlichsten Glückwünschen.

Eine ehrwürdige Sitte will es, dass der neue Rektor sich durch eine Rede in sein Amt einführt.

Wer den Gegenstand für eine akademische Rede wählt, wird sich zunächst innerhalb der von ihm vertretenen Wissenschaft umschauen; entweder wird er den Anteil schildern, den einer der grossen Männer an ihrer Entwicklung gehabt hat, oder sich einer besonderen Fragestellung zuwenden und zeigen, wie diese entstanden, ausgestaltet und allmählich der Lösung zugeführt worden ist. Er kann aber auch, aus den Schranken des Faches heraustretend, sich die Aufgabe stellen, die Eigenart eines Wissenszweiges nach Ergebnissen und Zielen darzulegen. Zwei Betrachtungsweisen bieten sich hier dar. Die eine wendet sich nach innen; sie sucht und findet den Masstab für Wert und Unwert in der Wissenschaft selbst. Die andere wendet sich nach aussen: sie will die Geltung und Wirksamkeit einer Disziplin innerhalb der Gesamtkultur erfassen. Wenn auch die eine zu dem Subjektivismus des *l'art pour l'art* herabsinken, die andere in einen nackten Utilitarismus ausarten kann, so sind doch beide wohlberechtigt, ja unentbehrlich; sie ergänzen sich zu einer höheren Einheit, in der die scheinbaren Widersprüche aufgehoben werden.

Dass ich bei der Mathematik, der meine Rede gelten soll, die kulturelle Seite bevorzugen werde, wird nicht überraschen; ist doch ihre Stellung an den Technischen Hochschulen und damit zugleich die Stellung der Allgemeinen Abteilungen wesentlich von der Auffassung abhängig, die man sich über die Geltung und Wirksamkeit dieser alten und doch noch immer triebkräftigen Wissenschaft gebildet hat.

Die Ursprünge der Mathematik reichen bis auf die Babylonier und Aegypter zurück, die umfangreiche astronomische Rechnungen angestellt und sich bei Feldmessung und Tempelbau geometrischer

Betrachtungen bedient haben. Die Griechen machten sich diese orientalischen Ueberlieferungen zu eigen, und es ist bereits durch Pythagoras die Umwandlung einer Sammlung empirischer Regeln über Zahl und Raum in eine deduktive Wissenschaft vollzogen worden. Allein erst Plato und seine Schule haben Geometrie und Arithmetik zu allgemeiner Geltung und Wirksamkeit gebracht; sie wurden durch ihn zur Mathematik, das heisst, zu dem, was man lernen soll.

Was hatte aber Plato zu dem bekannten Ausspruch veranlasst, dass nur geometrisch Gebildete zu seinen Vorträgen zugelassen seien? Der natürliche Mensch, so lehrte er, beschränkt sich auf den engen Bezirk der Wahrnehmungen und Meinungen, deren Gegenstände die sinnlichen, teilbaren, vergänglichen Dinge sind. Wie kann er zum philosophischen Menschen geläutert werden und im Reiche der Vernunftkenntnis leben, die ausschliesslich auf die reinen, einheitlichen, ewigen Ideen gerichtet ist? Als Mittler tritt hier die Mathematik ein. Zwar beginnt sie mit Einzelerkenntnissen, die aus der Wahrnehmung entspringen, aber sie gewinnt aus ihnen die in der Seele schlummern den allgemeinen Begriffe und Urteile, mit deren Hilfe unabhängig von der Erfahrung, in logischer Strenge das System der Wissenschaft aufgebaut wird.

Der nachhaltige Einfluss des Griechentums hat es bewirkt, dass bis in die Neuzeit hinein das mühsame und trockne Studium der Euklidischen Elemente allen denen auferlegt wurde, die sich durch das Baccalaureat den Zugang zu den höheren Fakultäten der Gottesgelehrsamkeit, Rechtswissenschaft und Heilkunde eröffnen wollten, und was früher an den philosophischen Fakultäten geübt wurde, ist allmählich auf die Gymnasien übergegangen; so erklärt es sich, warum bei allen Völkern des europäischen Kulturkreises die Mathematik ein fester Bestandteil des höheren Unterrichts geworden ist.

Hatte auch der junge Baum der Mathematik in der alexandrinschen Zeit reiche und schöne Blüten getrieben, so waren diese doch schnell verwelkt, und die Geltung und Wirksamkeit dieser Wissenschaft hat Jahrhunderte lang hauptsächlich auf ihrer Fähigkeit beruht, in gewissem Sinne eine Vorschule der Philosophie zu sein, einer Fähigkeit,

die ihr auch heute noch und sogar in verstärktem Masse zukommt, die jedoch ihre Kraft keineswegs erschöpft.

Eine neue Wendung kam erst im Anschluss an die Renaissance im siebzehnten Jahrhundert. Zwei grosse Männer sind hier zu nennen, die zugleich zwei verschiedene Denkrichtungen verkörpern, der Philosoph und Mathematiker Descartes, der Ingenieur und Mathematiker Galilei.

Auch für Descartes liegt der Wert der Mathematik zunächst in ihrer Methode. Um zur Wahrheit zu gelangen, müssen wir nach ihm von solchen anschaulichen Erkenntnissen ausgehen, die durch ihre Klarheit die unbedingte Gewähr der Gewissheit in sich tragen. Wir erhalten in ihnen die grundlegenden Sätze, aus denen die allgemeine Wissenschaft mittels logischer Schlüsse zu entwickeln ist. Das Ideal einer solchen deduktiven Wissenschaft ist die Mathematik, die aus wenigen zweifellos wahren Axiomen mittels zweifellos wahrer Schlüsse die Fülle ihrer zweifellos wahren Theoreme gewinnt.

Allein die Mathematik ist für Descartes mehr als ein Vorbild. »Omnia apud me mathematice fiunt«, sagt er. Die verwickelten Gedankengänge, die ihn zu dieser kühnen Behauptung führten, können hier nur angedeutet werden. Die Gegenstände der Naturerkenntnis sind teils einfach, teils zusammengesetzt; einfach sind die Dinge, die der Verstand nicht zu zerlegen vermag. Da wir unmittelbar nichts begreifen können, als die einfachen Dinge, so ist es die Aufgabe der Wissenschaft festzustellen, wie die zusammengesetzten Dinge aus den einfachen aufgebaut sind. Aus der jetzt hinzutretenden Forderung, dass die Erkenntnisgegenstände ihrem innersten Wesen nach einheitlich und vergleichbar sein müssen, wird erschlossen, dass alle Aufgaben der Zurückführung des Zusammengesetzten auf einfache Elemente, ihrer unwesentlichen Bestimmungen entkleidet, auf blosse Fragen der Grössenbeziehungen hinauskommen, und das bedeutet nichts anderes, als dass schliesslich die gesamte Wissenschaft von der Natur in Mathematik aufgeht.

Es lässt sich nicht leugnen, dass Descartes bei der Anwendung seiner Grundsätze auf die Erklärung der Naturerscheinungen keine

glückliche Hand gehabt hat, und seine Anschauung, die Natur sei ein von mathematischen Gesetzen regierter Mechanismus, hätte wohl auf die Zeitgenossen keinen so gewaltigen Eindruck gemacht, wenn nicht von anderer Seite her der mathematisch-mechanischen Naturauffassung Bahn gebrochen worden wäre.

Eine ganz andere Gedankenwelt tritt uns bei Galilei entgegen, bei dem Theorie und Praxis zu jener wunderbaren Einheit verschmelzen, die den Ingenieur ersten Ranges kennzeichnet. Fanden wir bei Descartes abstraktes Raisonement von blasser Allgemeinheit, so bildet bei Galilei feinsinnige Beobachtung konkreter Einzelvorgänge den Ausgangspunkt der Betrachtungen. Gleich dem Weisen des Dichters »sucht er den ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht«, fragt er nach den Gesetzen, die das Mannigfaltige zur Einheit verknüpfen. Aber nicht nur um zu verstehen, was er geschaut hat, sondern auch um vorherzusehen, was geschehen wird, ja um das künftige Geschehen nach seinen Zwecken zu lenken. Damit man jedoch aus den Gesetzen sichere Schlüsse zieht, gibt es, wie Galilei nicht müde wird seinen Lesern einzuschärfen, nur ein Mittel: die mathematische Demonstration, die er der unzuverlässigen metaphysischen Spekulation der Aristoteliker entgegenstellt. Der Kreis seiner Untersuchungen schliesst sich, indem er die so erhaltenen Ergebnisse entweder mit der Wirklichkeit vergleicht oder durch systematische Versuche prüft; nur die Gesetze, oder, wie wir sagen würden, Hypothesen, die sich hierbei bewähren, dürfen in den Bestand der wahren Wissenschaft aufgenommen werden.

Die von Galilei begründete neue Lehre von den Bewegungen der irdischen und himmlischen Körper bot der Mathematik ein überaus fruchtbares Feld der Anwendungen. Hand in Hand damit ging die Weiterbildung der Mathematik selbst, die neuer Mittel zur Lösung der neuen Aufgaben bedurfte. Schon Galilei hatte dieses wunderbare Werkzeug mit Achtung und Liebe behandelt und war mathematischen Abschweifungen nicht aus dem Wege gegangen. Seine Nachfolger aber, Newton und Leibniz, waren nicht nur grosse Naturforscher, sondern auch grosse Mathematiker.

Bei der Infinitesimalrechnung, deren Ausgestaltung wir ihnen verdanken, handelte es sich um den Fortschritt von Einzeluntersuchungen

zu Untersuchungen nach allgemeinen, umfassenden Methoden, einen Fortschritt, der dem Uebergang einer Industrie vom handwerksmässigen zum fabrikmässigen Betriebe zu vergleichen ist; sind die dezimale Schreibung und das Einmaleins Hammer und Zange des Mathematikers, so dürfen die neuen mathematischen Methoden mit den modernen Werkzeugmaschinen verglichen werden. »Der Vorteil ist der«, hat Gauss sehr fein bemerkt, »dass wenn ein solcher Calcul dem innersten Wesen vielfach vorkommender Bedürfnisse korrespondiert, jeder, der ihn sich ganz angeeignet hat, auch ohne die gleichsam unbewussten Inspirationen des Genies, die niemand erzwingen kann, die dahin gehörenden Aufgaben lösen, ja selbst in so verwickelten Fällen gleichsam mechanisch lösen kann, wo ohne eine solche Hilfe auch das Genie ohnmächtig wird«, und Heinrich Hertz hat die Gefühle bei der Handhabung solcher Methoden mit den Worten geschildert, bisweilen schein es, als wenn den mathematischen Formeln selbständiges Leben und eigener Verstand innewohne, als seien sie klüger als wir selbst, klüger sogar als ihre Erfinder.

Der unermesslich gesteigerten Wirksamkeit der Mathematik entsprach ihre erhöhte Geltung. Sie wurde gefeiert als die Königin der Wissenschaften und hat wohl niemals unter der Gesamtheit der Gebildeten solche Teilnahme gefunden wie im siebzehnten Jahrhundert, das man das Jahrhundert der Mathematik genannt hat.

Damals war die Zeit, wo die Beschäftigung mit Arithmetik und Geometrie in den aristokratischen Kreisen zum guten Ton gehörte; in Frankreich schrieb der Marquis de l'Hospital das erste Lehrbuch der Differentialrechnung, in Deutschland bereicherte Graf von Tschirnhaus die Algebra mit geistreichen Erfindungen, in Italien eröffnete ein wenig später der Conte de Fagnani durch seine Sätze über die Lemniskate der Forschung ein Gebiet, an dem noch im neunzehnten Jahrhundert die besten Analytiker ihre Kräfte erprobt haben. Besonders liebevolle Pflege aber fanden die exakten Wissenschaften bei den englischen Lords, und auch die Ladies standen nicht zurück; ist doch in England seit dem Jahre 1704 mehr als ein Jahrhundert lang eine eigene mathematische Zeitschrift für Damen erschienen.

Damals war auch die Zeit, wo bei der wissenschaftlichen Ausbildung der Offiziere die Mathematik im Vordergrund stand, wozu allerdings der Umstand beitrug, dass im Festungsbau und Festungskrieg die entscheidenden Fortschritte zu verzeichnen waren, die sich an den Namen des Marschalls Vauban knüpfen und die bewirkten, dass die militärischen Ingenieurwissenschaften bei den Kriegswissenschaften die Führung übernahmen. Damals war die Zeit, wo man glaubte, wie v. Stramberg in einer Lebensbeschreibung Eugens von Savoyen erzählt, dass ein grosser Feldherr zugleich ein grosser Mathematiker sein müsse.

Was bei Newton und Leibniz im Keime angelegt war, entfaltete sich im achtzehnten Jahrhundert zu einem reichgegliederten Organismus. Die mathematischen Disziplinen wurden, um nur die grössten Namen zu erwähnen, durch die Brüder Bernoulli, Leonhard Euler und Lagrange so kräftig gefördert, dass für die Bedürfnisse der Anwendungen bis weit ins neunzehnte Jahrhundert hinein vorgesorgt war, und der Bereich dessen, was sich der mathematischen Analyse unterwerfen liess, dehnte sich immer weiter aus. Nachdem die mathematischen Methoden im siebzehnten Jahrhundert ihre Wirksamkeit bei den Aufgaben aus der irdischen und himmlischen Mechanik gezeigt hatten, wurde jetzt ein Zweig der Physik nach dem andern mathematisiert. Die Erfolge waren so glänzend, dass man schliesslich zu der Ueberzeugung kam, es werde noch einmal gelingen, den ganzen Weltverlauf durch eine einzige, ungeheure mathematische Formel zu umspannen. Hatte am Ende des siebzehnten Jahrhunderts Jakob Bernoulli triumphierend ausgerufen: »Omnes disciplinae mathesi indigent, mathesis nulla«, so überbot ihn hundert Jahre später der Philosoph Kant mit dem Ausspruch, »dass in jeder besonderen Naturwissenschaft nur so viel eigentliche Wissenschaft angetroffen werden könne, als darin Mathematik anzutreffen sei«.

Heute, nach abermals hundert Jahren, wird es kaum einen Philosophen, schwerlich einen Mathematiker geben, der sich zu diesen beiden Behauptungen ohne Einschränkung bekennen möchte. In der Tat ist im neunzehnten Jahrhundert auf die Zeiten der grossen Erfolge und der allgemeinen Anerkennung eine Periode verminderter Geltung und

Wirksamkeit der Mathematik gefolgt, die etwa bis zum Jahre 1890 reicht. Hiermit verträgt es sich sehr wohl, dass das neunzehnte Jahrhundert für die innere Entwicklung der Analysis und Geometrie höchst bedeutungsvoll gewesen ist und Fortschritte gebracht hat, die den Vergleich mit dem grossen siebzehnten Jahrhundert nicht zu scheuen brauchen; allein die sich ansammelnden Energien fanden zunächst keinen genügenden Abfluss nach aussen.

Verschiedene Ursachen haben zusammengewirkt, um die Stellung der Mathematik zu erschüttern.

In der Wissenschaft selbst zeigte sich mit dem Ausgang des achtzehnten Jahrhunderts eine gewisse Erschöpfung. »Die Mine ist, so scheint es mir, zu tief«, schrieb Lagrange im Jahre 1781 an d'Alembert, »und wenn nicht neue Adern entdeckt werden, so wird man sie früher oder später verlassen müssen.« Im neunzehnten Jahrhundert hat man weiter gegraben und ist auf edle Erze gestossen, allein dem Vordringen stellten sich schlimme Hindernisse entgegen. Es zeigte sich, dass die genialen Geometer der Glanzzeit gewissermassen Raubbau getrieben hatten, und das ganze Bergwerk drohte einzustürzen, wenn nicht die Gänge von neuem gestützt und die hereinbrechenden Fluten des Zweifels abgeleitet wurden. Zwei Menschenalter hindurch musste daher ein erheblicher Teil der Bemühungen der Mathematiker harter Arbeit der Festigung und Sicherung zugewandt werden, einer Arbeit, der sich auch die grossen Mehrer des mathematischen Reichs, ein Abel, Cauchy, Dirichlet, Riemann, Weierstrass nicht entzogen haben.

Wenn die Mathematik dadurch nach innen viel gewann, so musste sie doch nach aussen verlieren. Sie stieg herab von ihrem Königsthron und stellte sich in die schwesterliche Reihe der Einzelwissenschaften, welche die Lebensarbeit eines Forschers ausfüllen. Während noch Gauss in einer Person Mathematiker und Physiker, Astronom und Geodät gewesen war, kam jetzt die Zeit, wo die Mathematiker ihren Stolz darein setzten, nichts als »reine« Mathematiker zu sein, und wo sie sich innerhalb ihrer Wissenschaft auf einen kleinen Bereich beschränkten, um darin das Höchste zu leisten. Dabei ging

die früher so innige Verbindung mit den Nachbarwissenschaften verloren, und dies geschah um so leichter, als sich dort nicht nur ähnliche spezialisierende Bestrebungen geltend machten, sondern auch die Ansichten über die Wirksamkeit der Mathematik erhebliche Aenderungen erfuhren.

Was man in den Naturwissenschaften an mathematischem Werkzeug brauchte, war in seinen wesentlichen Bestandteilen schon im Laufe des achtzehnten Jahrhunderts bereitgestellt worden und hatte durch Leonhard Euler die klassische Formung erhalten, die noch heute nicht übertroffen ist. Gewiss waren im neunzehnten Jahrhundert neue Methoden erfunden worden, die, wie sich später erwiesen hat, den alten an Gebrauchswert nicht nachstanden, allein in der Periode, die wir jetzt betrachten, fehlte teils das Bedürfnis, sie anzuwenden, teils hatten sie auch noch nicht die für die Anwendungen zweckmässige Gestalt erhalten. So kam es, dass schliesslich die Physiker der forschenden Mathematik gleichgültig oder gar feindlich gegenüberstanden und die etwa erforderlichen neuen analytischen Ansätze lieber von Fall zu Fall sich selbst herzustellen suchten.

Es darf nicht verschwiegen werden, dass die Mathematiker bei dieser Wandlung der Anschauungen nicht ganz frei von Schuld gewesen sind. Schon im Jahre 1750 hatte Daniel Bernoulli an Euler geschrieben: »Es fängt sich ein verderblicher gout an einzuschleichen, durch den die wahren Wissenschaften mehr leiden als avancieret werden, und es wäre oft besser für die realem physicam, wann keine Mathematik in der Welt wäre.« Diese bitteren Worte richteten sich vornehmlich gegen d'Alemberts Theorie der Winde, die von der Berliner Akademie den Preis erhalten hatte. Daniel Bernoulli hatte mit seiner Anklage insofern Recht, als sein Nebenbuhler ohne genügende Kenntnis der wirklichen Vorgänge und ohne ausreichendes physikalisches Verständnis an seine Aufgabe herangetreten war, so dass seine langen mathematischen Entwicklungen die Einsicht in die Entstehung und Verbreitung der Winde nicht gefördert haben. Indessen wird der heutige Physiker seine Abhandlung wohl milder beurteilen; denn in ihr wird der Grund zu der Lehre von den Funktionen einer komplexen

Veränderlichen gelegt, die im neunzehnten Jahrhundert in der Hydrodynamik und Elektrotechnik wichtige Anwendungen gefunden hat. Hier wie in ähnlichen Fällen waltet ein geheimnisvolles Gesetz, auf das Hermite in seinem schönen Nachruf auf Kronecker hingewiesen und dem Felix Klein die Fassung gegeben hat, dass »alles, was mathematisch gesund ist, früher oder später über sein engeres Gebiet hinaus eine weitergehende Bedeutung gewinnt«.

Auch Euler selbst hatte sich des Fehlers schuldig gemacht, den Daniel Bernoulli gerügt hatte; bei manchen seiner Abhandlungen hat man fast das Gefühl, als ob das konkrete Problem, das er zu lösen verspricht, ihm nur den Vorwand zu sinnreichen mathematischen Untersuchungen geboten habe. Schlimmer steht es bei Autoren niederen Ranges, denen für einen solchen »Missbrauch der Mathematik« die Entschuldigung der Eleganz nicht zugebilligt werden kann. In schroffem Gegensatz zu diesen manchmal recht anspruchsvollen Pseudophysikern steht Faraday in seiner schlichten Grösse, dieser geniale Autodidakt, der in anschaulichem Denken die tiefen Ideen erfasste, die Maxwell erst nach langen Mühen in die übliche Sprache der Mathematik zu übersetzen vermocht hat.

Aehnlich wie bei den Naturwissenschaften verhielt es sich bei den mächtig aufstrebenden technischen Wissenschaften. Auch hier erfuhr die überaus günstige Stellung, deren sich Mathematik und Mathematiker anfangs zu erfreuen hatten, eine schwere Einbusse. Den Mathematikern wurde vielfach vorgeworfen, dass sie einen abstrakt-formalen Unterricht erteilten, der zwar der in der Forschung herrschenden Richtung entspreche, jedoch der Technik fremd gegenüberstehe. Die Geltung der Mathematik aber verminderten dieselben Erfahrungen, wie bei den Naturwissenschaften; man erkannte, dass viele Teile der Ingenieurwissenschaften zur mathematischen Deduktion noch nicht reif waren und legte den Nachdruck auf die experimentelle Erforschung der grundlegenden Gesetze. Nach aussen fand diese Veränderung darin ihren Ausdruck, dass am Anfang der neunziger Jahre die von der Pariser École polytechnique übernommene Ausdehnung des mathematischen Unterrichts eine erhebliche Einschränkung erlitt.

Die Mathematik, so hörten wir, wurde im Laufe des neunzehnten Jahrhunderts zu einer Einzelwissenschaft. In dieser Tatsache liegt noch ein tieferer Sinn. Die stolzen Hoffnungen, mit denen man am Ausgang des achtzehnten Jahrhunderts nach der alles erklärenden Weltformel gesucht hatte, waren nicht in Erfüllung gegangen, und allmählich dämmerte die Einsicht, dass sie nur eine jener Illusionen gewesen sei, die der Menschheit unentbehrlich sind. Gerade Kant, der einer auf aprioristischen Gesetzen beruhenden mathematischen Naturwissenschaft apodiktische Gewissheit zuschreiben wollte, hat durch seine erkenntnistheoretischen Untersuchungen diesen Umschwung vorbereitet. Die Forderung, man solle aus wenigen, unbedingt wahren Voraussetzungen den gesamten Verlauf der Naturerscheinungen ableiten, wurde jetzt von Kirchhoff durch die bescheidenere ersetzt, man solle diese Erscheinungen vollständig und auf die einfachste Weise beschreiben. Damit war aber dem Zweifel Raum gegeben, ob die eine oder die andere Beschreibung gewisser Erscheinungen die einfachere sei, und ob eine Beschreibung, die heute die einfachste ist, nicht später durch eine noch einfachere ersetzt werden könne. Bei dieser Auffassung erhielten die physikalischen Gesetze die Bedeutung von Bildern, von denen man nur verlangen darf, dass sie die Hauptmerkmale der Originale wiedergeben. Verzichtete man aber darauf, dass uns die Naturwissenschaften endgültige und unbedingt wahre Erkenntnisse liefern, und setzte ihnen vielmehr nur zur Aufgabe, wie Goethe es einmal ausgesprochen hatte, die Tatsachen künstlerisch zurechtzulegen, das heisst, aus dem unerschöpflichen Schatz der Erfahrung immer vollkommener Bilder der Wirklichkeit zu gestalten, so verlor die mathematische Bearbeitung der physikalischen Hypothesen ihre bleibende, selbständige Bedeutung. Gleichzeitig verwischte sich aber auch der Unterschied zwischen den exakten und den beschreibenden Naturwissenschaften, und wie die Mathematik eine Einzelwissenschaft geworden war, neben der andere gleichberechtigte Einzelwissenschaften standen, so wurde auch die mathematische Methode nur noch eine wissenschaftliche Methode neben anderen gleichberechtigten Methoden.

An die Stelle der grossen, allgemeinen Wissenschaft, von der Descartes geträumt hatte, trat nunmehr ein Nebeneinander von

Spezialwissenschaften, verschiedenartig an Inhalt und Methode, die sich immer mehr spalteten und differentiierten. Allein ebensowenig, wie der Einzelne sich aus der staatlichen Gemeinschaft lösen kann, ohne im Kern des Lebens geschädigt zu werden, ebensowenig können sich auch Einzelwissenschaften auf die Dauer absondern, ohne unfruchtbarer Scholastik anheimzufallen, und es war daher ein Zeichen gesunder Entwicklung, dass mit dem Ablauf des neunzehnten Jahrhunderts das Gefühl der Zusammengehörigkeit und der Wunsch nach gegenseitiger Annäherung immer lebhafter wurde; es begann jetzt die Zeit der grossen enzyklopädischen Zusammenfassungen und der Gründung wissenschaftlicher Gesellschaften mit ihren jährlichen Versammlungen.

Auch die Mathematiker sind, etwa seit dem Jahre 1890, dem Jahre der Gründung der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, bestrebt gewesen, die einzelnen Teile ihrer Wissenschaft, die auseinander zu fallen drohte, in lebensvolle Verbindung und Wechselwirkung zu setzen, und, getreu dem Wahlspruch der Vereinigung: »Artem geometriae discere atque exercere publice interest«, die Fühlung mit den lange vernachlässigten Anwendungen wiederherzustellen. Auf der anderen Seite fanden sie freundliches Entgegenkommen; denn bei den Naturwissenschaften und in der Technik war die Forschung inzwischen auf einer Höhe angelangt, bei der die mathematischen Methoden des achtzehnten Jahrhunderts vielfach nicht mehr ausreichten. Ein Morgenrot dieser neuen Zeit war schon Culmanns graphische Statik gewesen, in der die Ergebnisse und Methoden der neueren Geometrie aufs glücklichste mit der technischen Mechanik in Verbindung gebracht wurden. Jetzt aber erhielten, um nur zwei besonders wichtige Punkte zu erwähnen, die Mechanik, die Theorie des Elektromagnetismus und die Elektrotechnik in der Vektoranalysis ein überaus wirksames Hilfsmittel, und die numerischen, graphischen und experimentellen Methoden der für die Praxis so wichtigen angenäherten Berechnungen schlossen sich in der Approximationsmathematik zu einer neuen, zukunftsreichen Disziplin zusammen.

Dazu kam, dass sich auch der Wirkungskreis der Mathematik beträchtlich erweiterte. Es möge genügen hier anzuführen: die rech-

nende Optik, der zum Beispiel die Bakteriologie die Möglichkeit ihrer Existenz, nämlich die tausendfach vergrößernden Mikroskope, verdankt, die physikalische Chemie, deren technische Anwendungen von Tag zu Tag an Bedeutung zunehmen, das Versicherungswesen, das mit seinen vielgestaltigen Verzweigungen unser ganzes soziales Leben durchdringt.

Noch wichtiger aber ist die steigende Geltung und Wirksamkeit, die der Mathematik im Jugendunterricht zuteil zu werden beginnt. Mathematik, eine Vorschule zur Philosophie, das war die Losung gewesen, unter der ihr im Sinne Platons der Zutritt zu den höheren Schulen gewährt worden war. Als Gymnastik des Geistes wurde sie von den Pädagogen gerühmt, bei der abstraktes Denken, richtiges Schliessen und besonnenes Urteilen geübt werde. Allein bei einer solchen Wertung fehlte der Mathematik, wie der bekannte Philologe Oskar Jäger bemerkt hat, etwas, was den sprachlichen und geschichtlichen Fächern in reichem Masse zukommt: die Beziehung zum öffentlichen Leben. Wenn aber Jäger hieraus den Schluss zog, dass Stundenzahl und Lehrziel der Mathematik noch weiter herabgedrückt werden sollten, als das schon im Laufe des neunzehnten Jahrhunderts geschehen war, so hatte er einen einseitig betriebenen Mathematikunterricht mit der Mathematik selbst verwechselt. In Wirklichkeit gibt es nämlich gegenwärtig kaum eine Wissenschaft, die in engeren Beziehungen zum öffentlichen Leben stände, wie die Lehre von Zahl und Raum. Der Richter, der Verwaltungsbeamte und der Parlamentarier, der Offizier, jeder Gebildete sehen sich immer häufiger vor Fragen gestellt, zu deren richtiger Beantwortung ein gewisses Mass mathematisch-naturwissenschaftlichen Verständnisses unerlässlich ist. Dies trifft für den Juristen zu, wenn er aus den Gutachten naturwissenschaftlicher, medizinischer, technischer Sachverständigen den rechten Nutzen ziehen will, für den Verwaltungsbeamten und Parlamentarier, wenn er mit Architekten, Ingenieuren und Versicherungstechnikern erspriesslich zusammenarbeiten soll, für den Offizier, der die Fortschritte der Technik der Steigerung unserer Wehrkraft dienstbar zu machen sucht, für jeden Gebildeten, der sich mit den Mächten der modernen Kultur auseinandersetzen wünscht. Wie oft hört man aber

die Klage und das Bedauern, dass die Lücken in der Bildung, die die Schule gerade in dieser Hinsicht gelassen hat, im späteren Leben sich nicht mehr ausfüllen lassen. Neben die Platonische Mathematik, die ihren Platz im Unterricht stets behalten wird, muss daher die Galileische Mathematik treten, die zusammen mit einem sachgemässen physikalisch-chemischen Unterricht die Grundlagen für das Verständnis der modernen Naturwissenschaft und Technik gewährt. Hierin liegt die Berechtigung und das Ziel der Umgestaltung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts, die seit dem Jahre 1900 die grossen Gesellschaften der Naturforscher, Aerzte und Ingenieure durchzusetzen bemüht und mit um so grösserem Erfolge bemüht sind, als gleichzeitig in Oesterreich-Ungarn, Frankreich, Italien und England aus ähnlichen Ursachen eine ähnliche, immer mächtiger anschwellende Bewegung entstanden ist.

Damit aber das Gewonnene nicht verloren geht, vielmehr die Mathematik eine wachsende Geltung und Wirksamkeit erhält, muss dafür gesorgt werden, dass Forschung und Anwendung eng verbunden bleiben, und hierfür sind bei dem Grossbetrieb der modernen Wissenschaft besondere Einrichtungen und Organe notwendig.

Auch nach dieser Richtung ist in den letzten zwanzig Jahren ein erfreulicher Anfang gemacht worden. An den Universitäten hat die angewandte Mathematik allmählich Wurzel gefasst, und man beginnt dafür eigene Lehrstühle einzurichten. Hierzu treten besondere mathematische Vorlesungen und Uebungen für Studierende der Naturwissenschaften, der Chemie und der Medizin sowie Kurse zur Einführung der Juristen in das Versicherungswesen; auch die militärtechnische Akademie zu Charlottenburg ist hier zu nennen. An den Technischen Hochschulen aber sind zunächst die Professoren der Mathematik, Mechanik und Physik dazu berufen, die Vermittlung zu übernehmen; vor allem dadurch, dass sie die Fortschritte der Wissenschaft allmählich für den Unterricht verwerten. Freilich kann die Lösung dieser schwierigen Aufgabe nur gelingen, wenn ein gewisser Sinn für die Eigenart der technischen Wissenschaften vorhanden ist, und es wird daher bei der Heranbildung des Nachwuchses gerade hierauf besondere Sorgfalt zu verwenden sein. Dem Zwecke der Vermittlung dienen endlich

auch Vorträge und seminaristische Uebungen in der Mathematik, Mechanik und theoretischen Physik, durch die technisch und mathematisch über den Durchschnitt begabte Studierende weiter gefördert werden. Es ist bemerkenswert, dass aus der Industrie selbst der Wunsch nach derart ausgebildeten Ingenieuren laut wird.

Mögen auch die genannten Einrichtungen an Universitäten und Technischen Hochschulen noch gar sehr der Ausgestaltung und Vervollkommnung bedürfen, so ist die Hoffnung doch berechtigt, dass die Mathematik im zwanzigsten Jahrhundert einer neuen Blüte entgegengeht, als eine Wissenschaft, die mit der Gesamtkultur in fruchtbarer Wechselwirkung steht, alt und doch noch immer triebkräftig.

Wenn wir aber an die Zukunft denken, so richten sich unsere Blicke unwillkürlich auf die akademische Jugend, die das auszuführen haben wird, was das reifere Alter plant. Die Hochschule kann und soll Ihnen, liebe Kommilitonen, nur die Grundlagen geben, auf denen Sie später selbständig weiter zu bauen haben. Ausreichend sind aber jene Grundlagen nur dann, wenn nicht nur die Forderungen der Gegenwart befriedigt werden, sondern auch für die Zukunft gesorgt wird. Nichts ist daher verkehrter und mit einem wahren Hochschulstudium weniger vereinbar als das ängstliche Fragen, was von den Vorträgen und Uebungen für die Prüfungen erforderlich sei? Wer so denkt, für den wird freilich auf die kurzen Semester goldener Burschenherrlichkeit ein langes und ödes Philisterium folgen. Wer aber als besten Gewinn der akademischen Jahre den Geist wissenschaftlicher Forschung von der Hochschule ins Leben mitgebracht hat, der wird es an sich erfahren, was schon viele erfahren haben, dass wir so lange jung bleiben, als wir treu und redlich bemüht sind, an jedem Tage etwas Neues zu lernen.

Während der herrlichen Festtage, die das ganze badische Land in herzlicher Liebe zu unserem Grossherzogspaaire gefeiert hat, waren Sie, liebe Kommilitonen, zum grössten Teil von Karlsruhe fern, und Sie hatten sich damit begnügen müssen, schon im Sommersemester in echt studentischer Weise mit glückwünschenden Flammenzeichen dem hohen Silberpaare zu nahen. Nachdem Sie jetzt aus den deutschen

Gauen zurückgekehrt sind, in denen unser Festesjubiläum überall frohen Wiederklang gefunden hat, fordere ich Sie auf, mit uns allen zusammen in Dankbarkeit und Verehrung unserem erhabenen Fürsten und seiner hohen Gemahlin tiefempfundene Huldigung darzubringen und in den Ruf einzustimmen: Ihre Königlichen Hoheiten Grossherzog Friedrich, Grossherzogin Hilda

Hoch! Hoch! Hoch!