

TECHNOLOGIE AUS TRADITION STREIFLICHTER ZUR 160-JÄHRIGEN GESCHICHTE DER UNIVERSITÄT (TH) KARLSRUHE

J. KÄMMERER

Universität (T.H.) Karlsruhe

Eingegangen am 10. November 1984

Gründung und Reform der Polytechnischen Schule Karlsruhe

„Das Gedränge, worin sich das industrielle und das kommerzielle Treiben wegen der gegenwärtigen Zeitverhältnisse befinden, hat nun auch in Deutschland die Aufmerksamkeit auf technische Lehranstalten geweckt“, schrieb der Professor für Mathematik *Johann Friedrich Lodomus* [1] am Vorabend der Gründung der Polytechnischen Schule in Karlsruhe. Und drei „Stücke“ waren es, deren Besitz und Kenntnis in seinen Augen „das Wesen des Technikers constituieren: nämlich 1) *Vis technica*, 2) *Materia technica*, 3) *Producta technica* oder mit anderen Worten: Kraft- Natur- und Kunst-Geschichte [2]. 1825 ist zum Geburtsjahr des allgemeinen technischen Bildungswesens in Deutschland geworden, das in der Residenzstadt Badens seinen organisatorischen Ausgang nahm. Die Karlsruher Technische Hochschule, die 1865 als erste in den Rang einer solchen erhoben, bevor ihr 1885 auch dieser Titel zuerkannt wurde, und die sich nach ihrem Förderer Großherzog Friedrich I. von Baden 1902 den Namen „*Fridericiana*“ gab, ist damit die älteste Technische Hochschule Deutschlands: sie verfügt über eine ungebrochene Tradition und führt seit 1967 die Bezeichnung Universität. Sie wurzelt im Geiste der europäischen Aufklärung und entstand vor allem aus dem Bedürfnis des aufstrebenden Bürgertums nach einer höheren technischen Ausbildung auf mathematisch-naturwissenschaftlicher Grundlage. Vorausgegangen war der Plan des Markgrafen Karl Friedrich, eines aufgeklärten Physiokraten, eine „Teutsche Akademie“ zu stiften; von ihm stammte die Anregung zu Herders „Idee zum ersten patriotischen Institut für den Allgemeingeist Deutschlands“ (1787), die in eine nationale Richtung wies. Für Herder bestand „also wohl kein Zweifel, daß je mehr Licht in diesen ungeheuren Wald menschlicher Bemühungen kommt, je mehrere helle Köpfe und thätige Hände sich zu dem einen großen Endzweck, der National-Wohlfahrt, verstehen und verbinden lernen, desto mehrere Vestigkeit, Ordnung und Gesetzmäßige Freiheit muß der Staat von innen, desto mehr bestimmte Macht, Würde und Weisheit muß er in seinen Wirkungen von außen gewinnen“ [3]. In der Tat hat sich auch die Technische

Hochschule von diesem nationalen Gedanken des Staates leiten lassen. „Es muß überraschen, daß die innere und äußere Geschichte der Technischen Hochschulen in Deutschland bisher noch kaum zusammenhängend erforscht worden ist“ [4]. Dabei würde sich das Problem und die Frage ihres Anteils an den „Industriellen Revolutionen“ vornehmlich stellen. Wiederum ein politischer Gesichtspunkt wurde im Vorfeld der Verhandlungen des Badischen Landtages von 1822 geltend gemacht. Es kommt darin der Zusammenhang von Konstitution und Technik deutlich zum Ausdruck, denn „insbesondere dürften die polytechnischen Institute nicht fehlen in konstitutionellen Staaten, in welchen die Ergreifung eines nährenden Erwerbszweiges nicht mehr genüge, sondern zur regeren Theilnahme an dem gemeinen Wohle, zur Ausbildung für das öffentliche Leben größere Aufklärung des Verstandes und vielseitige Kenntnisse erfordert würden. Die polytechnischen Schulen könnten und müßten die bürgerlichen Pflanzschulen für das Parlament werden und seyen in dieser Hinsicht von der höchsten Wichtigkeit“ [5]. Wenn sich dieser selbstbewußte Anspruch des Bürgertums auch so, wie er gemeint war, nicht in vollem Umfange verwirklichen ließ, so bleibt es doch denkwürdig genug, daß der Techniker in die politische Verantwortung genommen werden sollte. Nur insofern konnte behauptet werden, daß die Polytechnische Schule aus der Konstitution hervorgegangen sei [6].

Vorliegender historischer Abriss vermag nicht mehr als das geistige Profil der Technischen Hochschule Karlsruhe im Rahmen ihrer Entwicklung von der Polytechnischen Schule zur Universität zu skizzieren [7]. Ohne den Kompaß der Selbstdarstellungen [8] der Technischen Hochschule hätten die dabei vorgenommenen Grenzüberschreitungen nicht gewagt werden dürfen.

Bei der Polytechnischen Schule in Karlsruhe handelt es sich um eine monarchisch-bureaukratische Gründung unter drängender parlamentarischer Anteilnahme und fördernder Budgetkontrolle. In der am 17. Oktober 1825 im Badischen Staats- und Regierungsblatt veröffentlichten Gründungsurkunde des Großherzogs Ludwig wurde der Zweck der für den „bürgerlichen Stand“ eingerichteten Polytechnischen Schule gültig umschrieben, wenn darin von Schülern die Rede ist, die sich „mathematische und naturwissenschaftliche Kenntnisse nicht bloß zu ihrer wissenschaftlichen Ausbildung aneignen, sondern diese Wissenschaften zum künftigen Gebrauch in dem Leben und für das Leben studieren wollen, es sei nun zur Baukunst oder zum Wasser- und Straßenbau oder zum Bergbau oder zur Forstkunde oder wie die auf diesen Wissenschaften ruhenden Gegenstände des öffentlichen Dienstes heißen mögen“. Der Eröffnung dieser Anstalt am 1. Dezember folgten München (1827), Dresden (1828), Stuttgart (1829), Hannover (1831), Braunschweig (1835) und Darmstadt (1836) mit ähnlichen Einrichtungen [9], ohne daß diese indes die Geschlossenheit der Karlsruher Konzeption einer Wissenschaft in pragmatischer Absicht sogleich zu erreichen vermochten. Entschiedener als die

ihr vorausgegangenen Polytechnischen Schulen in Prag (1806) und Wien (1815) ist die Polytechnische Schule zu Karlsruhe dem Vorbild der „revolutionären“ Pariser Ecole Polytechnique gefolgt, die 1794 gegründet worden war. Der Rheinbund dürfte die Voraussetzungen für diese Verbindung geschaffen haben. Es war das bleibende Verdienst des badischen Ingenieuroffiziers *Johann Gottfried Tulla* [10], der an der berühmten Bergakademie in Freiberg studiert



Abb. 1. Johann Gottfried Tulla (Karlsruhe 1770—1828 Paris)

und im Auslande zusätzliche Erfahrungen gesammelt hatte, die Bedeutung der von Gaspard Monge in Paris gelehrtten „géométrie descriptive“ erkannt und seiner 1807 in Karlsruhe eröffneten Ingenieurschule zugrunde gelegt zu haben, „weil diese Wissenschaft für einen guten Ingenieur ganz unentbehrlich ist, indem solche die mathematischen Regeln an die Hand gibt, nach welchen alle Körper gezeichnet und ihre Verbindungen unter festgelegten Bedingungen bestimmt werden können“ [11]. Dieser klassisch formulierte Grundsatz blieb in Geltung, als die Ingenieurschule 1825 mit der seit 1768 bestehenden „architektonischen Zeichenschule“ des großen Architekten des ausklingenden Klassizismus, *Friedrich Weinbrenner* [12], und mit dem privaten „polytechnischen Institut“ des Freiburger Professors für Physik, *Gustav Friedrich Wucherer* [13], das einer höheren Gewerbeschule entsprach, zusammengelegt und — sieben Jahre später — institutionell vereinigt wurde. Wucherer wurde der erste Direktor dieser Anstalt bis 1834. Aus der Bauschule ist der

„Romantiker“ *Heinrich Hübsch* [14] hervorgegangen, dem die Polytechnische Schule ihr Gebäude von 1836 verdankt. Den Figuren Erwin von Steinbachs und Johannes Keplers, die bis zum heutigen Tage den Eingang zieren, ist mehr als nur ein symbolischer Charakter zuzuschreiben: sie repräsentieren ein Programm.

Auf die verschiedenen Konzepte, die seit 1808 entworfen und erörtert wurden, und die in der „Erziehung zum Beruf“ ihren gemeinsamen Nenner fanden, kann hier nicht eingegangen werden. „Es ist für das deutsche Bildungswesen folgenreich gewesen, daß Tulla unter Berufung auf seine Pariser Erfahrungen die Verbindung des technischen Lehrstuhls an einer Universität [Heidelberg — J.K.] ablehnte und die Begründung einer eigenen technischen Schule verlangte“ [15]. Tulla hat sich für die Residenzstadt entschieden, „weil hier der Zusammenfluß aller vorkommenden Arbeiten ist und die Eleven so bald als möglich zu praktischen Arbeiten gebraucht werden sollen“. Er dachte dabei in erster Linie an das von ihm nach dem Prinzip, praktische Konstruktionen auf mathematische Regeln zurückzuführen, geplante und in Angriff genommene Werk der Korrektur des Oberrheins [16], der dadurch schiffbar wurde. Die Bewältigung dieser Aufgabe führte zu einer „Melioration großen Stils“ und erwies sich als ein „Triumph der wissenschaftlich-technischen Methode“ (Schnabel), wie sie an der Polytechnischen Schule in der Forschung angewandt und in der Lehre vermittelt wurde. Zugleich bewährte sich damit eine Theorie, die auf die Praxis bezogen blieb, ohne indes eine Einheit mit ihr bilden zu wollen. Es sollte gegenüber den Universitäten zum entscheidenden Kriterium der Technischen Hochschulen werden, daß sich ein wissenschaftliches Experiment in seiner praktischen Erprobung zu bewähren hatte. Eine der dringendsten Aufgaben des Großherzogtums, dessen Territorium — mit der Markgrafschaft verglichen — in den Napoleonischen Kriegen eine zehnfache Vergrößerung hauptsächlich auf Kosten Bayerns und Österreichs erfahren hatte und sowohl politisch als auch wirtschaftlich und kulturell zu einer Einheit erst zusammenwachsen mußte, bestand in der Forcierung des Straßen- und Wasserbaues. Bald darauf schon sollte sich der Eisenbahn- und Brückenbau dazugesellen. Das verbindende Element war einer solchen Technik eigen, die sich — wie die Verfassung von 1818 auch — als ein Faktor der Integration des Landes erwies. Und noch etwas kam hinzu: In der Folge der Napoleonischen Kriege lag die Wirtschaft Badens darnieder, sie mußte wiederbelebt und modernisiert werden, wollte Baden als „souveräner“ Mittelstaat eine Rolle im Deutschen Bunde spielen. Die politische und ökonomische Doktrin des Liberalismus, der in Baden vornehmlich eine Heimat fand, drängte zur Schaffung der Polytechnischen Schule auch, um die Wirtschaft von der Vorherrschaft englischer Produkte zu befreien. Durch eine „Modernisierung von oben“ sollte der hundertjährige Vorsprung der englischen Industrie aufgeholt werden. Gleichwohl sind die Anfänge der Polytech-

nischen Schule zunächst bescheiden geblieben. Im Landtag wurden wiederholt Erwägungen angestellt, die Anstalt von Karlsruhe an die Universität Freiburg zu verlegen bzw. diese in eine Technische Hochschule zu verwandeln, da Heidelberg als „ein reiches Institut für Consumenten“ dafür nicht in Frage kam. In diesem Zusammenhang stellte ein Abgeordneter 1831 in der zweiten Kammer fest, „die höhere Bildung der Bürgerklasse würde durch unsere

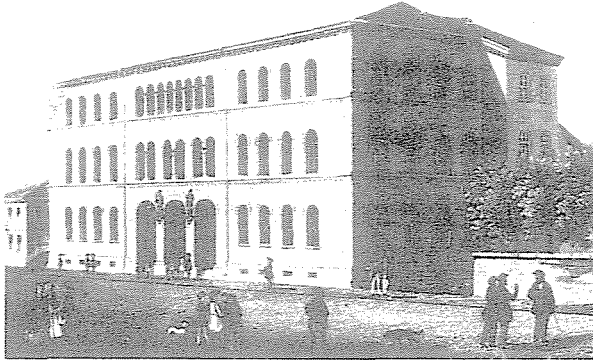


Abb. 2. Der Grundbau der Universität, die Polytechnische Schule von 1836, heute Sitz des Rektorates und der Verwaltung

Verfassung nothwendig gemacht“. Er wünschte eine „bürgerliche Hochschule in vollem Umfang“, der im übrigen die Militärschule angegliedert werden sollte, denn er versprach sich viel davon, wenn „die Produzenten des Nationalwohlstands und dessen Vertheidiger“ gemeinschaftlich erzogen würden [17]. Die Polytechnische Schule, die anfangs selbst einen militärischen Zuschnitt trug, blieb jedoch in der Residenzstadt unter der Obhut des Landesherrn.

Es war der gemäßigt liberale Staatsrat *Karl Friedrich Nebenius* [18], der Schöpfer der badischen Verfassung und Wegbereiter des preußisch-deutschen Zollvereins, durch welchen die Polytechnische Schule im Jahre 1832 ein akademisches Organisationsstatut und eine integrale Gliederung erhielt. Das von Nebenius mit dem Ziele einer „Erziehung zur Industrie“ reformierte Polytechnikum setzte sich aus der Ingenieurschule, der Bauschule, der höheren Gewerbeschule und einer Forstschule sowie einer Handelsschule und einer Postschule gleichmäßig zusammen. Mit diesem klar geordneten System der Fächer hat Nebenius dem Polytechnikum eine zukunftsweisende Struktur gegeben, indem er auf der von Tulla und Weinbrenner geschaffenen Grundlage aufbaute. Die organische Einheit der technischen Disziplinen war „der neue Gedanke, der in Karlsruhe sich zuerst in Deutschland durchzusetzen begann“

(Schnabel). Disziplin ist ein Stichwort, das an der Polytechnischen Schule notwendig seinen Einzug hielt, denn anders wäre die Präzision nicht zu erreichen gewesen, mit der das Werk der Technik als Wissenschaft in Gang gesetzt worden ist.

Der Unterricht umfaßte unter anderen die folgenden Gegenstände: elementare und höhere reine Mathematik, darstellende, praktische und mathematische Geometrie, Geodäsie, Statik und Mechanik, Physik und Chemie, Botanik und Zoologie, Mineralogie und Geognosie, Physische Geographie, Maschinenkunde und Maschinenbau, Technologie, niedere und höhere Baukunst. In allgemeinen Realschulklassen mußten indes die Grundlagen dieses Studiums erst erworben werden. Im Rahmen der allgemein bildenden Fächer wurden „Geschichte und Literatur“ — in dieser Verbindung bis 1919 — von Anfang an gelehrt, ebenso neben dem Jagd- und Forstrecht das „populäre Recht“. Der vor allem nützliche Zweck dieser „Reform von oben“ liegt auf der Hand: es sollte die Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Wirtschaft im Interesse der nationalen Wohlfahrt gefördert werden. Über diese Studienreform legte der erstaunliche Nebenius in seinem Buche „Über technische Lehranstalten in ihrem Zusammenhang mit dem gesamten Unterrichtswesen und mit besonderer Berücksichtigung auf die polytechnische Schule Karlsruhe“ (1833) Rechenschaft ab: „Die Regierung befördert aber durch Gründung zweckmäßiger Unterrichtsanstalten die Fortschritte der Production in dreifacher Beziehung. Sie macht die bekannten Anwendungen nützlicher Kenntnisse, die, beim Mangel zweckmäßiger Fürsorge für die Verbreitung derselben, leicht nur in einem engen Kreise sich halten, zum Gemeingut der producirenden Classe und verstärkt daher den wohlthätigen Einfluß solcher Kenntnisse auf die Gesamtproduction“. Die Vokabel der „Zweckmäßigkeit“ wurde zu einem Inbegriff der Polytechnischen Schule. Seine Sorge um die „Bildung der grossen Masse des Volkes“ verband dieser aufgeklärte Bureaukrat mit der „Forderung nach Gerechtigkeit“ im Vergleich zu der öffentlichen Sorge, deren sich die Universitäten erfreuen durften. Nebenius hoffte, das gesamte Unterrichtswesen „in seinen Abstufungen und Verzweigungen mit dem gesellschaftlichen Zustande in allen Beziehungen in Harmonie“ bringen zu können. Dabei hatte er der Polytechnischen Schule die Rolle einer Zentralanstalt zgedacht. Sie hatte einen „hundertjährigen Kampf“ um die institutionelle und damit auch um die soziale Anerkennung der Technik und ihrer Wissenschaftlichkeit zu führen. „Dem Humboldtschen Universitätsgedanken mit dem Ideal individueller Selbsterziehung und -bildung durch zweckfreies Erkenntnisstreben schien der Zweckrationalität der Technologie zuwiderzulaufen, Geist und Materie, formale und materielle Bildung, schienen unvereinbar, weil das eine auf das Individuelle, das andere auf die Gesellschaft zielte“ (Bußmann). Historismus und Technizismus gingen nebeneinander her.

Redtenbacher und der Weg zur Technischen Hochschule

Noch ist die Geschichte der Karlsruhe Hochschule nicht geschrieben, in der ein umfassendes Bild des Zusammenhanges ihrer Fächer mit dem Gewerbe und der Industrie in Baden, am Oberrhein und darüber hinaus zum Ausdruck kommt — in der gezeigt wird, wie ihre Schüler in die Welt hinein gewirkt haben. Die führenden Werke Badens jener Zeit, die Zuckerfabrik Waghäusel, die Spinnerei und Weberei Ettlingen und die Karlsruher Maschinenfabrik Emil Kesslers, eines Absolventen des Polytechnikums, sind dessen frühe ins Praktische gewendete Filiationen. Bei Kessler & Martiensen wurde die erste

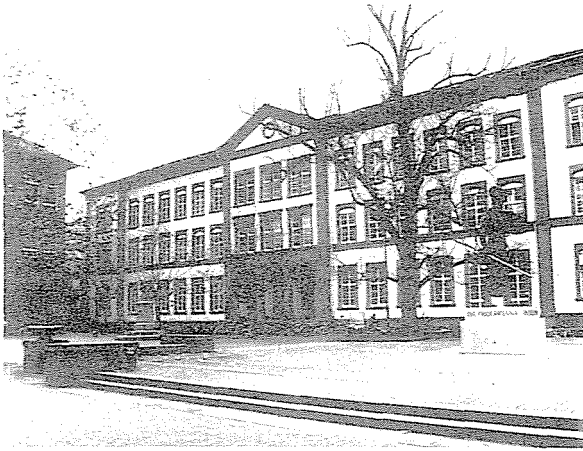


Abb. 3. Das 1859 eingeweihte Kollegiengebäude der Maschinenbauschule

Lokomotive Süddeutschlands gebaut, die zweite sollte den Namen „Karlsruhe“ tragen. Die industriellen Tugenden der Pünktlichkeit und Regelmäßigkeit wurden von der Eisenbahn zuerst am reinsten verkörpert. Nun sollte es nicht mehr lange dauern, bis der Österreicher *Ferdinand Redtenbacher* [19] den „Weltruhm“ (Schnabel) der Polytechnischen Schule in Karlsruhe begründete, indem er 1847 die Teilung der bis dahin handwerklich betriebenen Gewerbeschule in einen mechanisch-technischen und einen chemisch-technischen Zweig vollzog und damit die „Einheit von technischem Unterricht und wissenschaftlicher Begründung“ [20] ermöglichte. Redtenbacher hatte an der Polytechnischen Schule und an der Universität Wien studiert und an der Oberen Industrieschule Zürich — der späteren Eidgenössischen Technischen Hochschule [21] — angewandte Mathematik gelehrt, bevor er 1841 auf den Lehrstuhl für Mechanik und Maschinenlehre in Karlsruhe berufen wurde, wo er den Maschinenbau auf eine wissenschaftliche Grundlage stellte. Die Disziplin der Mechanik baute er — neben der Mathematik — zu einer weiteren

Grundlage der Physik, Chemie und Technik aus. Dabei ließ er sich durchaus nicht von der Erfahrung allein bestimmen, er versuchte vielmehr über die bloße Empirie hinauszukommen und „alle Betrachtungen der Natur und Technik mit den Begriffen und Erkenntnissen der Mechanik zu durchdringen“ und die dabei gefundenen Gesetze mit Hilfe der Mathematik auf Formeln zu bringen. Auf diese Weise hat er die Konstruktionsgesetze des Turbinenbaues in St. Blasien gefunden [22]. „Wir auf dem Kontinent haben weder die Geldkräfte noch diesen Umfang an Erfahrungen in der Ausführung aller Spezialitäten, um den rein empirischen Weg ausschließlich verfolgen zu können, wir sind daher gezwungen, durch intelligente Kraft und wissenschaftliche Einsicht das mangelnde Geld und die eingeschränkte Erfahrung zu ersetzen oder zu unterstützen“ [23]. Die Mechanik stellte sich diesem genialen Konstrukteur als „die Basis des ganzen wissenschaftlichen Aufbaues“ dar. Es verdient angesichts eines allgemein vorherrschenden Positivismus hervorgehoben zu werden, daß Redtenbacher sich an Kant orientierte, als er in der Mechanik nach mathematischer Gewißheit suchte. Sein Biograph betont, es sei „kein Materialismus, der sich hier ausspricht, sondern der grenzenlose Optimismus einer Zeit, die geradezu berauscht sich anschickt, die Welt als ein nach lückenlosen Gesetzen aufgebautes Ganzes zu entdecken, die logischen Zusammenhänge des Gedachten in der Natur wiederzufinden und sie auf die konkrete Welt des Lebens anzuwenden“ [24].

Aus Redtenbachers Hörsaal dürften die meisten großen Ingenieure der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts hervorgegangen sein; einer von ihnen war der Autopionier *Carl Benz*, der in seinen Erinnerungen über diesen Lehrer schrieb: „In seinen Vorlesungen hörte man gleichsam die Maschinen laufen. Als besäße er die Kunst, seiner Mechanik dramatisches Leben einzuhauhen...“ [25]. An der Technischen Hochschule Berlin wirkte später Redtenbachers bedeutendster Schüler *Karl Reuleaux* [26] in dessen Geiste weiter als „Ergründer des Zusammenhanges der Technik mit Wissenschaft und Leben“. Als technischer Berater wirkte Reuleaux an der Entwicklung des Otto-Motors mit; er galt darüber hinaus als „der führende deutsche Beobachter der Weltausstellungen des 19. Jahrhunderts“.

Dem Leben und der Kunst verbunden, war Redtenbacher zugleich ein um die letzten Fragen der Erkenntnis ringender Theoretiker, ein Philosoph der Technik, dessen Bestrebungen sich „nicht allein auf eine wissenschaftliche Theorie der Maschine“ richteten, ihm lag auch „die Kultur des industriellen Publikums im allgemeinen am Herzen“ [27]. So vermag man in ihm den großen Erzieher zu einer Industriekultur durchaus zu sehen, indem er den Humanismus mit dem Realismus zu versöhnen trachtete. Doch die Epoche wurde vom Realismus signiert. Mochte sich Redtenbacher auch noch so sehr der „Spaltung zweier Kulturen“ (Nipperdey) entgegenstellen, Kultur und Zivilisation sind in Deutschland verhängnisvoll auseinandergetreten. In der

Verbindung von Technik und Ökonomie lag die Rationalität und Rentabilität der Industrie, die von dem Glauben an einen „Fortschritt ins Unendliche“ erfaßt wurde und mit der materiellen Volkswohlfahrt auch einem Materialismus Vorschub leistete. „Konstitution und Maschine“ waren die Zauberworte der Epoche. Redtenbachers politisches Ideal dürfte zwischen konstitutioneller Monarchie und Republik gelegen haben. 1848, als die Revolution in ihrer radikalen Form auch vor den Toren der Polytechnischen Schule nicht halt machte, erschienen seine „Resultate des Maschinenbaues“. Immerhin war er auch als Abgeordneter der Frankfurter Nationalversammlung im Gespräch.

Unter seinem Direktorat (1857—1862) wurde der Privatdozent *Hermann Baumgarten* [28] als erster ordentlicher Professor der „Geschichte und Literatur“ nach Karlsruhe berufen. Mit seiner Aufsehen erregenden Schrift „Der deutsche Liberalismus. Eine Selbstkritik“ (1867) legte Baumgarten ein Bekenntnis zum nationalen Staate ab. Es ist der Hochschule dagegen nicht gelungen, den großen Baseler Kulturhistoriker Jacob Burckhardt, den Verfasser der „Cultur der Renaissance in Italien (1860)“ und hellsichtigen Kritiker des Jahrhunderts der „verwünschten Maschinen“ [29] und der Revolutionen, für das Fach der Kunstgeschichte [30] zu gewinnen, das über einen Lehrstuhl bis 1865 nicht verfügte [31]. Hand in Hand mit der Emanzipation der Technik ging die Emanzipation des Bürgertums, das eine „technische Intelligenz“ hervorbrachte, die unaufhaltsam vorwärtsdrängte. Redtenbacher eilte seiner Zeit in vielem voraus — nicht zuletzt, indem er als „erster Ingenieur die Schwingungslehre in weitem Umfang heranzog“ (Kraemer). Sein Werk kann hier ebenso wenig gewürdigt werden, wie das seiner Nachfolger und all der Forscher und Lehrer, die den „Weltruhm“ der Karlsruher Hochschule vermehrten, indem sie den Technikwissenschaften einen anerkannten Platz neben den Naturwissenschaften und gegenüber den Geisteswissenschaften eroberten. In wechselseitig dienender Funktion haben die Naturwissenschaften und die Technikwissenschaften einen ungeahnten Aufschwung genommen.

So konnte der Göttinger Wöhler-Schüler, *Carl Weltzien* [32], der Begründer des Chemischen Laboratoriums [26] in Karlsruhe, das weithin als ein Vorbild diente, im Jahre 1860 den ersten Internationalen Chemiker-Kongreß veranstalten, auf dem mit Kékulé die Begriffe Atom, Molekül und Äquivalenz erörtert wurden. Dieses Karlsruher Symposium führte zur Festlegung der Atomgewichte und regte Lothar Meyer [34] und den Russen Mendeleev zur Aufstellung ihrer periodischen Systeme der Elemente an. Als Redtenbachers Schüler und Nachfolger *Franz Grashof* [28] dem von ihm mit ins Leben gerufenen Verein Deutscher Ingenieure das Stichwort „Technische Hochschule“ gab [36], erhielt die Polytechnische Schule im Jahre 1865 unter Innenminister Lamey ein dementsprechendes Organisationsstatut, in dessen erstem Satze es hieß: „Die polytechnische Schule ist eine technische

Hochschule“ [37]. Sie erhielt ein eigenes Berufungsrecht und die Selbstverwaltung, 1868 auch das Institut des Privatdozenten, noch nicht jedoch das Promotionsrecht, das ein eifersüchtig gehütetes Privileg der Universitäten blieb. Indes mußte sie noch zwanzig Jahre warten, bis ihr der Titel einer Technischen Hochschule verliehen wurde — und zwar „unter Festhaltung des Grundsatzes, daß eine tüchtige Vorbereitung für einen technischen Beruf auf einer zuverlässigen Grundlage mathematischer, naturwissenschaftlicher und künstlerischer Bildung beruhen muß“. Grashof darf das Verdienst für sich in Anspruch nehmen, der inneren Gleichstellung der Hochschule als einer eigenständigen höchsten technischen Forschungs- und Lehranstalt mit der Universität zum Durchbruch verholfen zu haben. „An keiner Stelle in Deutschland ist diese Beziehung so gründlich und so nachhaltig in wiederholten Anläufen durchdacht worden wie in Karlsruhe“ (Fuchs). Das technische Interesse Grashofs galt vor allem der Kinematik und Thermodynamik; seine unvollendete „Theoretische Maschinenlehre“ (1875—1890) wurde als ein „Denkmal deutschen Fleißes und deutscher Gründlichkeit“ (Braun) bezeichnet und wird zu den Werken der klassischen technischen Literatur gezählt.

Zu den sechs Fachschulen des Polytechnikums: der Mathematischen Schule, der Ingenieurschule, der Bauschule, der Maschinenbauschule (ab 1860) und mechanisch-technischen Schule, der Chemischen Schule (ab 1862) und chemisch-technischen Schule, der Forstschule und der 1866 aufgelösten Handelsschule war als siebente Fachschule eine Landwirtschaftsschule gekommen, die indes als Institut des adligen Grundbesitzes an der bürgerlich geprägten Hochschule nicht Fuß zu fassen vermochte und 1872 an die Universität Heidelberg verlegt werden mußte. Die Mathematische Schule war 1863 gebildet worden, nachdem die allgemeine „Vorbereitungsschule“ an die Mittelschule, die spätere Realschule, hatte abgegeben werden können. Bereits in einer Denkschrift vom 5. Dezember 1854 für die Regierung hatte der mit einem Vergleich des technischen Schulwesens in Preußen, Sachsen, Hannover, Braunschweig und Hessen beauftragte Karlsruher Professor für Mathematik, *Christian Wiener* [38], das Bedürfnis nach einem Realgymnasium als vorbereitende Schule für die Polytechnische Schule ausgesprochen. Diese Enquete [39] ist höchst aufschlußreich für den Stand des technischen Schulwesens dieser Staaten in der Mitte des Jahrhunderts. Was die Bibliotheken betraf, so stand die Polytechnische Schule in Karlsruhe weit hinter den anderen zurück; die Zahl ihrer Bände hat sich erst von 1868 bis 1901 von 4000 bis 5000 auf 68 857 Bände etwa verfünffzehnfacht. Indes gaben 1891 Berlin, Aachen, Hannover und München noch immer mehr Geld für Bücher als Karlsruhe (8300 Mark) aus [40]. Allen anderen voran stellte Wiener die Anstalt in Hannover. „Durch eine eigenthümliche Verbindung der humanistischen und technischen Richtung von allen polytechnischen Schulen unterschieden, aber nicht in vortheilhafter Weise“, fand er das Collegium Carolinum

in Braunschweig. Während Karlsruhe eine vollständige Ausbildung in den technischen Fächern bieten könne, würde die Braunschweiger Anstalt in ihrer „Zersplitterung nach so verschiedenartigen Richtungen“ diesem Bedürfnis nicht entsprechen. Wiener hielt es für wünschenswert, in Karlsruhe auch Abschlußprüfungen vorzunehmen und Diplome zu vergeben, die in den siebziger Jahren obligatorisch eingeführt wurden. Von da an unterschied sich der „Diplom-Ingenieur“ vom Mechaniker, der zu dessen Gehilfen wurde.

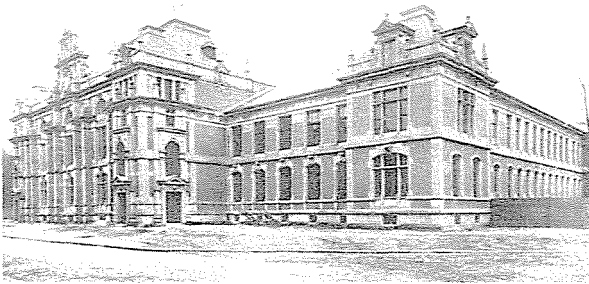


Abb. 4. Der Aula- und Hörsaalbau der Architektur von 1898 vor seiner Zerstörung im zweiten Weltkrieg

Im Rahmen der sieben Fachschulen existierten am Polytechnikum eine Reihe von Instituten und Sammlungen, neben dem bereits vom Markgrafen Karl Friedrich angelegten Physikalischen Cabinet, das in die Weltgeschichte der Physik eingehen sollte, eine mineralogische und geologische, eine zoologische und eine botanische Sammlung sowie eine Sammlung geodätischer Instrumente, um nur einige zu nennen; im Jahre 1910 waren es insgesamt 22 Sammlungen und zwölf Laboratorien. Nach der 1887 vorgenommenen Umwandlung der Fachschulen in Abteilungen — zu denen nunmehr anstelle der Bauschule die Architektur gehörte — kam 1895 die Abteilung für Elektrotechnik, so daß damit wiederum sieben Abteilungen bestanden. Die allgemein bildenden Fächer mit den beiden Lehrstühlen für „Geschichte und Literatur“ sowie Volkswirtschaftslehre (seit 1865) sind der ersten Abteilung für Mathematik und Naturwissenschaften zugeordnet worden. Zur Abteilung für Chemie gehörte auch die Pharmacie. Alle Abteilungen, deren Kristallisationskern das Maschinenwesen bildete, erhielten eine größere Selbständigkeit. Aus dem Direktor wurde der Rector magnificus und aus dem Kleinen Rat der Senat; der Große Rat, der den Rektor wählte, blieb bestehen. Es darf in diesem Zusammenhang an eine Festrede aus Anlaß der Rektoratswechsels von 1888 über „Die Forschungsaufgaben im Walde“ erinnert werden. *Karl Schuberg* [41] sagte damals, die „Vernachlässigung des Waldes rächt sich immer“.

Es mußte ein Jahrhundert vergehen, bis diese an einer Technischen Hochschule ausgesprochene Wahrheit zur Erfahrung wurde. Eine Hochschule zeichnet sich vornehmlich durch die Persönlichkeiten aus, die durch eine Zusammenfassung aller Kräfte in Forschung und Lehre das geistige Antlitz ihrer Zeit mit prägen und über ihre Zeit hinaus bleibend zu wirken vermögen. Doch bevor auf diese wiederum näher eingegangen werden soll, dürfte es angezeigt sein, einen Blick auf die Studierenden zu werfen, sind sie es doch, die



Abb. 5. Heinrich Hertz

den „Verwirklichungszweck“ (Schnabel) der Hochschule erfüllen. Ihre Frequenz war im 19. Jahrhundert großen Schwankungen unterworfen. Ihre Zahl stieg von 276 im Jahre 1832 auf 876 im Jahre 1860 an, fiel in den folgenden Jahren bis zur Reichsgründung von 1871 ab, als nur 331 Studierende eingeschrieben waren, stieg bis zur Mitte der siebziger Jahre wieder auf 550 an, bevor sie Mitte der achtziger Jahre ihren absoluten Tiefstand mit 256 Studierenden erreichte; von 1886 an erhöhte sich dann stetig ihre Zahl bis auf 1134 im Jahre 1900. Im Jahre 1867 befanden sich unter den insgesamt 451 Studierenden [42] 250 „Nichtbadener“, darunter 111 aus den Norddeutschen Bundesstaaten, 39 aus Rußland, 21 aus Österreich, 15 aus der Schweiz, 11 aus Polen, je 5 aus Amerika und Frankreich sowie zwei aus Ungarn. In anderen Jahren waren daneben auch die Skandinavier relativ stark vertreten. Das weitaus stärkste Kontingent an Ausländern hat Rußland bis 1914 gestellt, sicherlich auch infolge der traditionellen dynastischen Beziehungen zwischen der Großherzoglichen

Familie und dem Zarenhause [43]. Im Jahre 1907 rangierte die Technische Hochschule Karlsruhe nach der Zahl ihrer Studenten (1676) unter den zehn Technischen Hochschulen des Deutschen Reiches an dritter Stelle hinter den Hochschulen in Berlin-Charlottenburg (1307) und München (2758). Hinzugekommen war Danzig im Jahre 1905 und hinzukommen sollte Breslau im Jahre 1910.

Die großen Forscher, Lehrer und Praktiker

Die Phase des Überganges von der Polytechnischen Schule zur Technischen Hochschule, die zur Jahrhundertwende das — zunächst noch eingeschränkte — Promotionsrecht zum „Dr.-Ing.“ erhielt und den vergeblich protestierenden Universitäten damit nunmehr auch äußerlich gleichgestellt wurde, war eine Epoche des wissenschaftlichen Aufbruchs zur Vermessung und Entzifferung der materiellen Welt vorausgegangen. Die Physik, die ebenso wie die Chemie und die Mathematik als anwendungsbezogene Vorbereitungswissenschaft betrachtet worden war, übernahm die führende Rolle dabei. In ständiger Wiederholung und Abwandlung des Experiments triumphierte das systematische Finden über das probierende Entdecken. Am 21. April 1885 hielt *Heinrich Hertz* [44] im großen Hörsaal für Physik sein erstes Karlsruher Experimentalkolleg, es war „ein rechtes Angstkolleg, bei Anstellung jeden Versuches immer das Gefühl: Wird es gelingen? Denn die beste Vorbereitung schützt durchaus nicht absolut vor den Tücken der Natur“ [45]. Nach dem Studium in München war Hertz in Berlin bei Helmholtz Assistent gewesen, dem er eng verbunden blieb. Nach der Habilitation in Kiel hatte Hertz dort theoretische Physik gelehrt, bevor er nach Karlsruhe berufen wurde. Im Spätherbst des Jahres 1886 gelang ihm hier im physikalischen Laboratorium die Entdeckung der elektromagnetischen Wellen, womit er die „Faraday-Maxwellsche Theorie“ des elektromagnetischen Feldes experimentell bestätigte. Im Tagebuch von Hertz liest sich dieses Ereignis folgendermaßen: „13. November. Geglückt, die Induktion zweier geschlossener Stromkreise aufeinander abzustimmen, Ströme 3 m lang, Abstand 1,5 m! . . . 25. November. Nur geradlinige Stromleitung hergestellt, Versuche über Anziehungen im induktiven Kreis. . . 2. Dezember. Gelingen, Resonanzerscheinung zwischen zwei elektrischen Schwingungen herzustellen. . . 6. Dezember. Im Hörsaal Versuche über Fernwirkung des Funkens“ [46]. Es war Hertz gelungen, seine Wellen von einem „primären“ (Sender) auf einen „sekundären“ (Empfänger) Stromkreis zu übertragen. Im Zusammenhang damit erfolgte 1887 die Entdeckung des „lichtelektrischen Effekts“. Die Reihe der Abhandlungen, die Hertz in seinen „klassischen“ Karlsruher Jahren veröffentlichte, geben Kunde von den „rätselhaften Vorgängen“, denen er auf der Spur war: „Über Induktionsercheinungen, hervorgerufen durch die elektrischen Vorgänge in Isolatoren“

(1887); „Über einen Einfluß des ultravioletten Lichtes auf elektrische Entladung“ (1887); „Über die Einwirkung einer geradlinigen elektrischen Schwingung auf eine benachbarte Strombahn“ (1888); „Über Strahlen elektrischer Kraft“ (1888). Im Verlaufe seiner Versuche hatte sich eine physikalische Analogie zwischen den elektrischen Wellen und den Wellen des Lichtes ergeben, über die er in seiner letzten Karlsruher Abhandlung von 1889 „Über die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität“ berichtete. Auf der Grundlage dieser „Hertzschen Wellen“ ist das Nachrichtenwesen, ohne daß dies etwa in seiner Absicht gelegen hätte, denn er forschte und lehrte um der reinen Erkenntnis willen, zu einem weltbeherrschenden Instrument geworden. Durch die internationale Bezeichnung der Frequenzeinheit als „Hertz“ wurde seinem Namen ein würdiges Denkmal gesetzt. „Niemals hat eine wissenschaftliche Tat in ihren Folgen die Entwicklung der Elektrotechnik und damit die Geschichte der Menschheit mächtiger beeinflußt als diese“ (Wolf). Und dies umso mehr, als auch die Raumfahrt und das Meldewesen der Satelliten ihm verpflichtet sind. Eine alte philosophische Frage nach den Möglichkeiten und dem Wesen der Wirkung in der Ferne war damit berührt. Von höchst abstrakter Prägnanz war das dabei von Hertz vorausgesetzte Axiom: „Jedes freie System beharrt in seinem Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung in einer geradesten Bahn“. Einsteins Theorie der Gravitation geht auf Hertz zurück, der in der Reihe „Die großen Deutschen“ (1957) durch Max von Laue seinen Platz gefunden hat.

Fünf Jahre, nachdem Hertz 1889 einem Rufe nach Bonn gefolgt war, hat die Technische Hochschule durch den Schweizer *Engelbert Arnold* [47] ein Elektrotechnisches Institut [48] erhalten. Sein acht Bände umfassendes Lebenswerk ist „Die Wechselstromtechnik und die Gleichstrommaschine“ (1900—1911). In seiner Rektoratsrede von 1906 über das „Forschen, Erfinden und Gestalten“ nahm Arnold auch zum damals aktuellen Studium Generale Stellung und hielt in diesem Zusammenhang „Volkswirtschaftslehre, Geschichte, besondere Kulturgeschichte und Philosophie“ im Hinblick auf das Ingenieurstudium für unentbehrlich: „Sie sollen den Horizont über die Fachwissenschaft hinaus erweitern, die Kritik unseres Erkennens und die höhere Ordnung aller Dinge lehren“.

Neben und nach der kurzen Hertz-Phase, in der Karlsruhe das Weltzentrum der Physik war, ist längerfristig gesehen der Lehrstuhl für Chemische Technologie zu weltwirtschaftlicher Bedeutung gelangt. Mit *Karl Engler* [49] hatte dieses Fach 1876 einen Vertreter gefunden, dessen Vielseitigkeit sich auch auf seine Nachfolger übertragen sollte. Der Schüler Weltziens hatte in Freiburg promoviert und sich in Halle habilitiert, bevor er vier Jahre nach seiner Rückkehr in Karlsruhe eine Staatliche Chemisch-Technische Prüfungs- und Versuchsanstalt begründete, die sich die Aufgabe stellte, „über Anträge von Behörden und privaten Stellen im allgemeinen

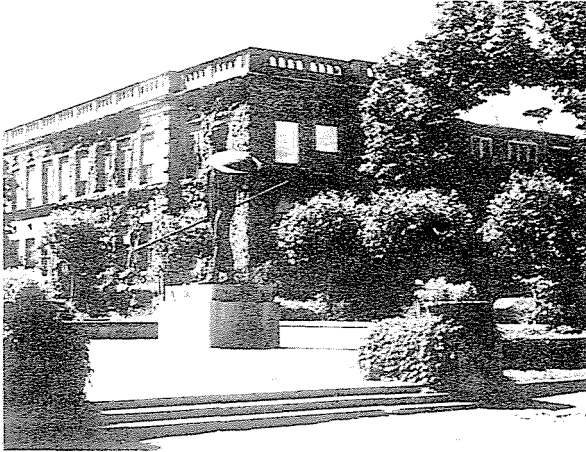


Abb. 6. Das 1899 fertiggestellte Chemiegebäude, im Vordergrund die Bronzeplastik der Pallas Athene

sowohl wie im öffentlichen Interesse Untersuchungen von Stoffen durchzuführen, die in der Industrie und im Gewerbe verwendet werden“. Sie überprüfte Betriebsverfahren und löste chemisch-technische Fragen bei neu errichteten Unternehmungen, indem sie deren Anlagen begutachtete. Nach der Berücksichtigung dieser lokalen Bedürfnisse wandte sich Engler seinem



Abb. 7. Carl Engler (Weisweil 1842—1925 Karlsruhe)

globalen Interesse zu, das der Untersuchung der natürlichen Entstehung des Erdöls galt, das in den achtziger und neunziger Jahren seinen Siegeszug anzutreten begann. Studenten aller erdölfördernder Länder strömten nach Karlsruhe. Im Jahre 1907, damals studierten 338 Russen an der Fridericiana, vertrat Engler das Deutsche Reich auf dem Internationalen Petroleum-Kongreß in Bukarest und 1912 auf dem Internationalen Kongreß für Angewandte Chemie in New York.



Abb. 8. Hans Bunte (Wunsiedel 1848—1925 Karlsruhe)

Seine Erfahrungen legte Engler in einem fünfbändigen Handbuch nieder, das er gemeinsam mit dem österreichischen Geologen von Höfer herausgab: „Das Erdöl. Seine Physik, Chemie, Geologie, Technologie und sein Wirtschaftsbetrieb“ (1909—1919). Im Titel dieses Werkes kommt die leitende Idee der Technischen Hochschule beziehungsreich zum Ausdruck. Englers auf das Ganze gerichteter Blick sah im Wechselspiel zwischen Industrie und Technischer Hochschule die Voraussetzung für ihren gegenseitigen Aufschwung [50]. Ein Zeugnis dafür wurde seine Tätigkeit im Aufsichtsrat der ersten deutschen Farbenfabrik, der Badischen Anilin- und Sodafabrik. Zahlreich waren die Ehrungen, die Engler entgegengebracht wurden, deutsche und ausländische chemisch-physikalische Gesellschaften und Akademien der Wissenschaften wählten ihn zu ihrem Mitglied.

Die von Engler eingeleitete Entwicklung auf dem Gebiete der Chemischen Technologie setzte *Hans Bunte* [51] fort, nachdem jener 1887 den Lehrstuhl für Reine Chemie übernommen hatte. Im Anschluß an das Studium in Stuttgart und in Heidelberg bei Bunsen und an seine Habilitation in

München hatte sich Bunte als Redakteur des „Gasjournals“ sowie als Generalsekretär des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern einen Namen gemacht und in einer Heizungsversuchsanstalt der Eisenbahn wertvolle Erfahrungen gesammelt, die ihm 1907 bei der Errichtung des Gasinstituts [52] in Karlsruhe zugute kamen. Die Arbeiten Buntes, der für seine Rektoratsrede (1896) das Thema „Wissenschaftliche Forschung und chemische Technik“ wählte, führten zu einer vollkommenen Umwälzung im



Abb. 9. Fritz Haber (Breslau 1868—1934 Basel). Ölgemälde v. W. Trübner 1911

Bau der Öfen zur Gaserzeugung. Die Gas-, Brennstoff- und Feuerungstechnik hat durch ihn ihre wissenschaftliche Methode erhalten, die ihm eine zuverlässige Bestimmung der Heizwerte von Brennstoffen ermöglichte. Die Deutsche Continental-Gas-Gesellschaft ließ bei Bunte den Nachwuchs für ihre Lehr- und Versuchsanstalt in Dessau ausbilden; darunter befand sich der Flugpionier Hugo Junkers [53], der mit der Grashof-Gedenkmünze ausgezeichnet wurde. Mit führenden Spezialisten gab Bunte Muspratts „Enzyklopädisches Handbuch der technischen Chemie“ (Band 6—12) heraus.

In seiner wissenschaftlichen Bedeutung für die chemische Industrie ist der Schlesier *Fritz Haber* [54] gar nicht zu überschätzen, der nach dem Studium in Heidelberg, Zürich und Berlin seine fruchtbarsten Jahre von 1894 bis 1911 in Karlsruhe verbrachte, wo er sich mit einer Arbeit über die Bildung und Zersetzung von Kohlenwasserstoffen habilitierte und 1906 den für den Leipziger Ostwald-Schüler Max Le Blanc [55] errichteten Lehrstuhl für

Physikalische Chemie und Elektrochemie übernahm. In den Vereinigten Staaten von Amerika hatte sich Haber ein zusätzliches Rüstzeug erworben. Um die Jahrhundertwende waren beunruhigende Fehleinschätzungen des chilenischen Salpeterminerals laut geworden, die ihn dazu anregten, die physikalisch-chemischen Bedingungen zu ermitteln, die über die Realisierbarkeit der Synthese von Ammoniak aus Wasserstoff und Stickstoff entscheiden sollten. Habers thermodynamische Versuche technischer Gasreaktionen, die 1906 auf der Jahresversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft erörtert wurden, erfüllten die Erwartungen vorerst nicht. Diese Versuche zur Bestimmung des katalytisch erreichbaren Gleichgewichtes zwischen den Elementargasen und dem entstehenden Ammoniak führten zu einer Kontroverse mit Nernst, der sich skeptisch über die wirtschaftlichen Aussichten des Vorhabens äußerte. Indes nach der gemeinsam mit Le Rossignol erreichten technischen Lösung des Problems, nämlich eine katalytische Hochdrucksynthese „bei über 100 at“ zu erzeugen und auszuhalten, war die Voraussetzung für die Einführung dieses Verfahrens bei der Badischen Anilin- und Sodafabrik gegeben, an dem Carl Bosch einen konstruktiven Anteil hatte. Denn dieses „Haber-Bosch-Verfahren“ ermöglichte die Fabrikation großer Mengen von Ammoniak aus den überall verfügbaren Rohstoffen Wasser und Luft. Das Ammoniak ist als Kunstdünger für die Ernährung der Menschheit unentbehrlich geworden. Dieser „geradezu welterschütternde“ (Koenig) Erfolg Habers wurde ungeachtet dessen, daß er sich am Gas-Krieg beteiligt hatte, 1918 mit dem Nobelpreis für Chemie gekrönt. Die Schwedische Akademie der Wissenschaften nannte die Ammoniaksynthese „ein überaus wichtiges Mittel zur Hebung der Landwirtschaft und des Wohlstands der Menschheit“ und beglückwünschte Haber zu diesem „Triumph im Dienst seines Landes und der ganzen Menschheit“ [55a]. Bereits 1911 war Haber einem Rufe an die „Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften“ nach Berlin gefolgt, wo er seiner jüdischen Abstammung wegen die Leitung seines Institutes 1933 aufgeben mußte. Wenn Hertz als der „Klassiker“ der Wissenschaft bezeichnet wurde, so durfte Haber deren „Romantiker“ genannt werden.

Mit der Aula [56] der „Gründerzeit“, die 1899 gemeinsam mit einer Reihe weiterer Bauten feierlich eingeweiht werden konnte [57], hatte *Joseph Durm* [58] einen Raum geschaffen, in dessen ikonographischem Programm sich das Selbstverständnis der Technischen Hochschule widerspiegeln sollte — es sollte nach seiner Vorstellung „ein Bild aufgerollt werden, das in markanter Weise den Werdegang und die Wandlungen der Technik und Kunst an Werken der Architektur zeigte“. Es zeigte sich indes, daß die moderne Technik mit dem klassischen Kanon der Allegorie nicht mehr zu vermitteln war, seit sie sich von der Kunst abgewandt und den Naturwissenschaften zugewandt hatte. „Die Synthese des klassischen und des technischen Zeitalters hat in Deutschland sich nicht durchsetzen können“ (Schnabel). Vom „Erlebnis der Stadt“, ihrer

geometrischen Anlage, ihrer klassizistischen und romantisierenden Baukunst beeinflußt, wirkte die Ausstrahlung der Architekten, die eine neue „Karlsruher Schule“ bildeten. *Carl Schäfer* [59], der Erbauer des Kollegiengebäudes der Marburger Universität (1871—1877), lieferte mit seinen umstrittenen historisierenden Plänen zum Wiederaufbau des Heidelberger Schlosses den Anlaß für den ersten Kongreß über Denkmalspflege im Jahre 1900 in Dresden. Nach dem Entwurf seines Vorgängers, des Erbauers des Badischen Generallandesarchivs (1902—1905), *Friedrich Ratzel* [60], schuf *Hermann Billing* [61] das Kollegiengebäude der Freiburger Universität (1907—1977), ferner die Kunsthallen in Mannheim (1907) und Baden-Baden (1913). Durch eine Reihe öffentlicher und privater Bauten trägt das Karlsruher Straßenbild noch heute seine Züge. „Sechs Bücher über Bauen“ (1914—1920) hinterließ *Friedrich Ostendorf* [62], der die „völlige Einheit in Grundriß und Aufriß“ anstrebte. Der Erbauer des Wiener Praterstadions (1929), *Ernst Schweizer* [63], hat das „beziehungslose Nebeneinander der verschiedenen Formen“ zugunsten einer „auf das Ganze gerichteten Ordnung“ aufgegeben. Zu den wissenschaftlichen Begründern des Städtebaues gehört der Bauingenieur *Reinhard Baumeister* [64], der aus der Karlsruher Polytechnischen Schule hervorgegangen und deren erster Rektor (1895/1896) war. Er widmete sich zunächst dem Eisenbahn- und Brückenbau (Murgtalbahn). Als er die sozialpolitische Dimension des Städtebaues erkannte, betonte er die miteinander in Beziehung stehenden technischen, wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und gesundheitlichen bzw. hygienischen Aspekte. Das Fach Hygiene stand seit langem auf dem Lehrplan der Hochschule. In der Bauschule begründete *Friedrich Engesser* [65], der seit 1885 in Karlsruhe lehrte, die experimentelle Statik. Mit seiner Arbeit über „Die Zusatzkräfte und Nebenspannungen einer Fachwerkbrücke“ (1893) hat er die Theorie des Stahlbrückenbaues untermauert. *Theodor Rehbock* [66] begründete 1901 das Flußbaulaboratorium [67] als bahnbrechende Einrichtung für die Entwicklung der praktischen Hydraulik zur wasserbaulichen Strömungslehre. Er ermöglichte damit die modellartige Erprobung von Stauwehren und Talsperren in aller Welt. Es versteht sich von selbst, daß Rehbock sich seines Vorgängers Tulla erinnerte [68]. *Otto Ammann* [69] schuf ein Laboratorium für den Eisenbahnbau (1921), in dem seinem Nachfolger *Friedrich Raab* [70] die lückenlose Verschweißung der Eisenbahngeleise gelang. *Georg Benoit* [71] hatte 1901 das erste — indes erst später so genannte — Institut für Fördertechnik in der Welt begründet.

Eine Reihe klangvoller Namen hatte die Karlsruher Mathematik zu verzeichnen; von *Rudolf Clebsch* [71a] bis zu *Ernst Schröder*, dessen „Vorlesungen über die Algebra der Logik“ in drei Bänden (1890—1895) vorliegen und auf Freges „Begriffsschrift“ basieren. Schröders „Operationskreis des Logikkalküls“ wurde als „vielleicht der eleganteste Überblick über den Booleschen Kalkül, der im 19. Jahrhundert erschienen ist“, erst jüngst

bezeichnet [71b]. Wollte man eine Bilanz des 19. Jahrhunderts ziehen, in dem die Technischen Hochschulen unangefochten „den Geist und das Gesetz des technischen Fortschritts verkörpern“ (Bußmann), so würde man mit Schnabel dessen eigentliche Leistung wohl darin zu erblicken haben, „daß der europäische Geist zweimal den Schritt vom Ideale zur Wirklichkeit vollzog: zuerst ging er vom abstrakten Denken zur konkreten Welt in Natur und Geschichte, vom Sollen zum Sein, und dann wandte er die also gewonnenen Ergebnisse der reinen Forschung auf das Leben in Staat und Gesellschaft an. In dem Ausbau der angewandten Wissenschaften fand der bürgerliche Charakter des Jahrhunderts seinen vollendetsten Ausdruck“ [72]. Auf diesem Wege war das Deutsche Reich zu einer mächtigen Industrienation geworden, deren ungeheure Dynamik indes auch die Tendenz zu einer weltpolitischen Überspannung der Kräfte in sich barg. Nach dem ersten Weltkrieg läßt die Diskussion der Reform der Technischen Hochschulen in Preußen [73] erkennen, daß die Karlsruher Hochschule jenen auch weiterhin vorausgegangen war. Die volkswirtschaftliche Notlage Deutschlands hatte das Interesse auf die Wirtschaftswissenschaft gelenkt. Mit dem Sozialpolitiker *Otto von Zwiedineck-Südenhorst* [74] (1902—1920) besaß die Fridericiana nach dem Nationalökonom und Verfasser einer „Wirtschaftsgeschichte des Schwarzwaldes“ (1892), *Eberhard Gothein* [75], einen Lehrer von Einfluß und Rang, der sich das Volkswirtschaftsstudium der Ingenieure besonders angelegen sein ließ [76]. Seine Forschungen galten den Problemen der Industriegesellschaft und reichen von der Theorie und Methode der Volkswirtschaftslehre über die Lohnpolitik bis zum Arbeiterschutz. Der Akzent seiner Arbeit klang bereits in seiner Antrittsvorlesung „Technischer Fortschritt und kapitalistische Entwicklung“ an. Vor seiner Berufung war Werner Sombart im Gespräch gewesen, dessen Werk „Sozialismus und soziale Bewegung im 19. Jahrhundert“ (1896) der Großherzog für die Lösung der sozialen Frage als ungeeignet empfunden hatte. „Weder für Schüler der Technischen Hochschule noch für Zuhörer aus anderen Kreisen wird Sombart belehrend wirken können“ [77].

Der Kulturkampf und das Sozialistengesetz hatten in Karlsruhe tiefe Spuren hinterlassen. In einer Aufzeichnung von 1902 über die antikatholische Agitation des streitbaren Professors für „Geschichte und Literatur“, *Artur Boehlingk* [78], rügte der Großherzog den „Mißbrauch der Lehrfreiheit“; die Geschichtsforschung indes sollte „unbeschränkt“ bleiben: „Die Gebiete der Belehrung für Studenten einer technischen Hochschule sind so ausgedehnt, daß deren Darlegung ein hohes Maß weltgeschichtlicher Erfahrung erheischt“. Er empfahl, die Fragen zu prüfen und zu ergründen, die „Produktion und Export — also Industrie und Welthandel“ betreffen [79]. Somit überrascht es nicht, daß sich auf dem Lehrplan auch die Kolonialgeschichte fand. Damit soll nur angedeutet werden, daß auch die Technische Hochschule den allgemeinen Fragen der Zeit nicht aus dem Wege gehen konnte, die Staat und Gesellschaft

an sie herantrugen. Boehlingks Lehrstuhl für „Geschichte und Literatur“ wurde 1919 mit der Berufung zweier Privatdozenten geteilt, indem *Franz Schnabel* [80] die Geschichte und *Karl Holl* [81] die Literaturwissenschaft übertragen wurde.

Die neueste Zeit im Zeichen der Universität

Einen technisch-physikalischen Höhepunkt erlebte die Fridericiana wiederum durch die Arbeit *Wolfgang Gaedes* [82]. Nach seiner Promotion und Habilitation in Freiburg, wo er bereits das Technisch-Physikalische Institut an der Universität gegründet hatte, widmete er sich in Karlsruhe, wohin er 1919 aus dem von der Revolution erschütterten Berlin auf den Lehrstuhl für Experimentalphysik berufen worden war, weiterhin der Schaffung gänzlich neuer Apparate zur Erzeugung und Messung des Hochvakuums. Mit ihm hatte die Hochschule „den zweiten Physiker von säkularer Bedeutung“ (Gerthsen) gewonnen. Im Unterschied zu Hertz hat Gaede bewußt den Schritt von der physikalischen Erkenntnis zur industriellen Verwertung vollzogen. In der Theorie und im Experiment wurden seine Entdeckungen grundlegend zugleich für die Wissenschaft und die Technik. Zuerst war es die rotierende Quecksilberpumpe, dann die Molekular- und die Diffusionspumpe, die der technischen Physik neue Möglichkeiten eröffneten und in alle Welt exportiert

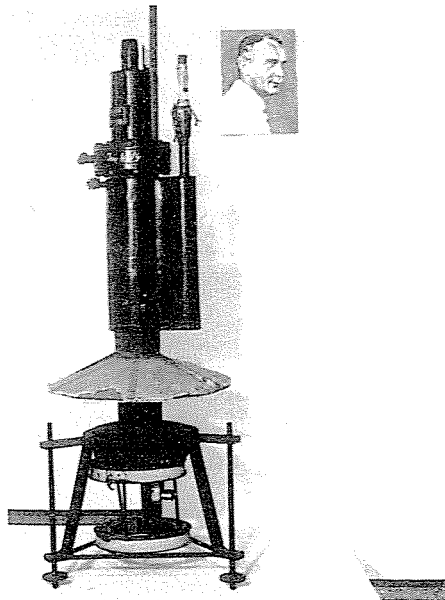


Abb. 10. Diffusions-Hochvakuumpumpe von Wolfgang Gaede (Lehe bei Bremerhaven 1878—1945 München)

wurden. Untersuchungen der Katoden- und der Röntgenstrahlen, der Spektren leuchtender Gase sowie des „lichtelektrischen Effekts“ lieferten fundamentale Voraussetzungen für die Quantentheorie Bohrs und die Quantenmechanik Plancks. Die Produktion von Glühlampen sowie von Rundfunk- und Röntgenröhren basiert auf Gaedes Arbeiten. Lenard konnte (1937) kaum etwas lesen, „was sich an den Grenzen des Naturwissens bewegt,

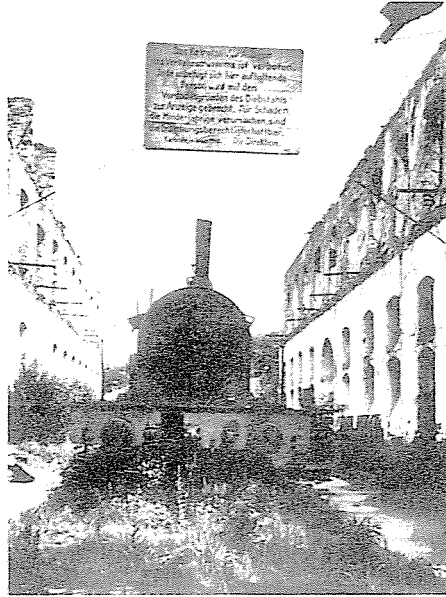


Abb. 11. Ruine des Verkehrsmuseums der Technischen Hochschule mit einer Dampflokomotive der Badischen Staatsbahn im 1945 zerstörten Zeughaus

und was nicht der von ihm geschaffenen Mittel bedürfe, um ausführbar zu sein“ [83]. Obwohl sich Gaede im In- und Ausland zahlreicher Auszeichnungen erfreuen durfte, wurde er 1934 von den Nationalsozialisten in den Ruhestand versetzt — ein Schicksal, das er mit anderen, wie F. Schnabel, dem Verfasser der die Naturwissenschaften und die „technische Kultur“ überhaupt zum ersten Male grundsätzlich mit einbeziehenden „Deutschen Geschichte des neunzehnten Jahrhunderts“ (1929—1936) teilte, der zwei Jahre später seinen historischen Lehrstuhl verlor und „entpflichtet“ wurde. Die Gleichschaltung der Technischen Hochschulen [84] und Universitäten im Dritten Reich führte insgesamt gesehen zur Mediokratisierung ihres Niveaus. Im Verlaufe des zweiten Weltkrieges wurde die Fridericiana zu sechzig Prozent zerstört, in einer Reihe von Instituten kam die Arbeit gänzlich zum Erliegen. Auch die Aula fiel den Flammen zum Opfer.

Der Verlauf der letzten vierzig Jahre gehört der Geschichte im engeren Sinne noch nicht an, gleichwohl soll die „Zeitgeschichte“ der Fridericiana

wenigstens in einem Aufriß skizziert werden. Sie steht im Zeichen eines Prozesses der Segmentierung und Differenzierung der Natur- und Technikwissenschaften zu immer kleineren Größen und immer spezielleren Kombinationen. Die Hochschule sah sich damit vor ein interdisziplinäres Koordinierungs- und Kooperationsproblem gestellt. Der Wiederaufbau wurde unter dem Rektorat des Maschinenbauingenieurs *Rudolf Plank* [85] eingeleitet, der „Die



Abb. 12. Rudolf Plank (Kiew 1886—1973 Karlsruhe)

Technische Hochschule als geistige Einheit“ (1930) auffaßte. Am 15. Februar 1946 konnte er die Eröffnungsrede halten, in der er die Frage stellte: „Ein Ende — oder ein Anfang?“ Plank hatte 1926 das Kältetechnische Institut [86] gegründet und sich damit besondere Verdienste auf dem Gebiete der Frischhaltung von Lebensmitteln erworben. Es gelang ihm, die Hochschule aus der Isolation herauszuführen, in die sie während des Dritten Reiches geraten war und ihr internationales Ansehen wieder herzustellen, indem er die zum Ausland abgerissenen Verbindungen wieder aufnahm und diese als Gastprofessor in den Vereinigten Staaten von Amerika (Texas) sowie auf Vortragsreisen in Skandinavien belebte. Wie auf dem Felde der Kältetechnik galt es überall an Bewährtes anzuknüpfen, die Kontinuität zu wahren, die in einer, zuverlässigen Tradition beschlossen lag. Gleichwohl war es ein Neubeginn, der unter den schwierigsten politischen und wirtschaftlichen Bedingungen gewagt werden mußte.

Die sieben Abteilungen der Hochschule wurden in drei Fakultäten zusammengefaßt, nachdem das System der Fakultäten 1937 eingeführt worden war. Es umfaßten die Fakultät für Natur- und Geisteswissenschaften die Abteilungen für Mathematik und Physik, für Chemie und für Geisteswissenschaften; letztere wurden vorerst von dem 1926 gegründeten Institut für Staats- und Wirtschaftswissenschaften repräsentiert; die Fakultät für Bauwesen die Abteilungen für Architektur und Bauingenieurwesen; und die Fakultät für Maschinenwesen die Abteilungen für Maschinenbau und für Elektrotechnik.

Im Jubiläumsjahr 1950 verfügte die Fridericiana über 50 Institute. Zwei Jahre nach ihrer Umbenennung in eine Universität gab sich die Technische Hochschule 1969 eine neue Grundordnung, in deren Rahmen sich die meisten Abteilungen zu Fakultäten konstituierten, so daß die Fridericiana seit 1975 über zwölf Fakultäten verfügt: Mathematik, Physik, Chemie, Bio- und Geowissenschaften, Geistes- und Sozialwissenschaften, Architektur, Bauingenieur- und Vermessungswesen, Maschinenbau, Chemieingenieurwesen, Elektrotechnik, Informatik und Wirtschaftswissenschaften. Nach Maßgabe der regulativen Idee der Integration werden die einzelnen Fächer auch weiterhin als Elemente eines Systems von Kern- und Rahmenfächern betrachtet, in dem ein jedes Fach zugleich die „Hilfswissenschaft“ eines jeden anderen Faches zu sein vermag. Ein Studium Generale sollte die Ingenieure aus der „Weltfremdheit“ herausführen und auf leitende Positionen in der Gesellschaft vorbereiten. Wenn wir es auch heute nicht mehr so wie Nebenius ausdrücken würden, nämlich „die Bildung der höheren productiven Classen ist für den Staat ebenso wichtig als die Tüchtigkeit seiner Beamten“, so hat dieser Satz gleichwohl seine Gültigkeit behalten, wenn man berücksichtigt, daß die Hochschule allen offensteht, die eine technisch-naturwissenschaftliche Ausbildung auf mathematischer Grundlage zu erwerben trachten. Auch die Geisteswissenschaften haben an der Technischen Hochschule ihren Ort behalten — ihre eigentliche Aufgabe haben sie indes über einen jüngeren kulturwissenschaftlichen Ansatz hinaus kaum finden können, sieht man von einer „Philosophie der Technik“ [86a] einmal ab. Die Philosophie, mit einem Lehrstuhl erst seit 1952 vertreten, und die Soziologie (seit 1962) lassen es sich angelegen sein, eine Vermittlerrolle hier zu spielen, um die Kluft der Entfremdung im „Großbetrieb der Universität“ zu überbrücken. Gleichwohl ist das Verhältnis von Natur- und Technikwissenschaften auf der einen und der Geisteswissenschaften auf der anderen Seite „weitgehend von Unverständnis und gegenseitiger Abkapselung bestimmt“ (Moser) geblieben. Dabei fehlt es auf beiden Seiten nicht an gutem Willen, vielmehr scheint die Inanspruchnahme innerhalb der einzelnen „Spezialschulen“ ein über diese hinausgehendes und sie durchdringendes Erkenntnisinteresse gar nicht mehr zuzulassen.

Es sind im wesentlichen zwei Vorgänge zu nennen, die zur Expansion der Fridericiana beigetragen haben und deren Bild auch künftighin vorrangig

prägen werden: die Zusammenarbeit mit dem 1956 gegründeten Kernforschungszentrum und die Einführung des ersten deutschen Studienganges für Informatik (1969) als der Wissenschaft „vom Aufbau, der Wirkungsweise und der Anwendung digitaler Rechenanlagen“. Nach dem Wiederaufbau der Experimentalphysik unter *Christian Gerthsen*, [87] dem Verfasser einer Einführung in die „Atom-Physik“ (1955), setzte 1962 die Zusammenarbeit des

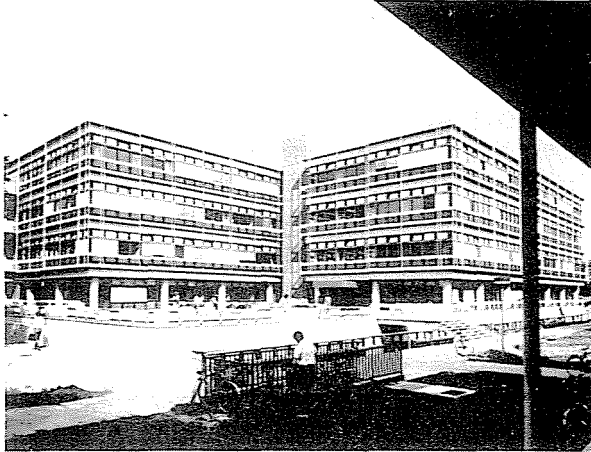


Abb. 13. Das Rechenzentrum (links) und die Fakultät für Informatik (rechts)

Institutes für Kernphysik mit dem Kernforschungszentrum ein, in dessen Mittelpunkt ein Kernreaktor steht. Eine Großforschung auf den Gebieten des Kernverfahrens und der Kernstruktur ist nur durch ein solches Zusammenspiel möglich geworden. Insgesamt stehen dreizehn Lehrstühle mit dem Kernforschungszentrum in Verbindung, darunter die Institute für Radiochemie und für Strahlenbiologie. Ein Sonderforschungsbereich untersuchte die elektronischen „Eigenschaften fester Körper“, ihm verdankt das Kristalllabor seine Entstehung. Gegenwärtig beschäftigen sich weitere Sonderforschungsbereiche u.a. mit der Spannung und deren Umwandlung in der Lithosphäre sowie mit hochbelasteten Brennräumen.

Die Universität arbeitet mit der Bundesanstalt für Ernährung und mit der Fraunhofer-Gesellschaft eng zusammen. Die jüngste Tochter der Fridericiana wurde von den beiden Fakultäten für Mathematik und für Elektrotechnik „erzogen“ und hat als „Kybernetik“ [88] Karriere gemacht. Inzwischen bildet die Informatik, die sich zu einem der Zentren in Deutschland entwickelt hat, eine eigene Fakultät, die sich mit „Rechnergestütztem Planen, Entwerfen und Konstruieren“ befaßt und dabei zugleich die „Zuverlässigkeit und Fehlerdiagnosen in Rechenanlagen“ überprüft. Dafür steht ihr, wie allen

anderen Einrichtungen der Universität auch, ein Rechenzentrum zur Verfügung.

Im Rahmen der Biowissenschaften befaßt sich das Institut für Biophysik mit Fragen der „Künstlichen Intelligenz“, der Lösung von Problemen mit Computern, die bisher nur vom Menschen selbst gelöst werden können. In der Ingenieurbiologie und der technischen Medizin soll der Biologe eine neue Orientierung erhalten. Man geht davon aus, daß die Probleme der Ökologie nur mit Hilfe der Technik zu bewältigen sind. Eine natürliche Voraussetzung für die Geowissenschaften in Karlsruhe bildet als Modell des Vorgangs der kontinentalen Zerreißung der Oberrheingraben, der als das am besten untersuchte Grabensegment der Welt gilt. An „Tulla“ erinnert ein gleichnamiges internationales Projekt des Meteorologischen Institutes zur genauen Erfassung der Emissionen von Schadstoffen und deren Verbreitung in der Luft bis zu einer Höhe von tausend Metern in Baden-Württemberg.

Mit *Egon Eiermann* [89] hatte die Universität einen Architekten gewonnen, dessen Auffassung von der „Beweisbarkeit der architektonischen Form“ im Klassizismus, ja mehr noch in der Renaissance wurzelte. Er baute eine Reihe großer Fabrik- und Verwaltungsgebäude, gemeinsam mit Sepp Ruf die deutsche Pavillon-Gruppe auf der Weltausstellung in Brüssel (1956—1958), die Gedächtniskirche in Berlin (1957—1963), das Kanzleigebäude der deutschen Botschaft in Washington (1964), und in seinen Händen lag die künstlerische Oberleitung des Baues des Bonner Abgeordnetenhauses (1965—1969). Kurz vor seinem Tode (1970) ist Eiermann in den „Orden Pour le mérite für Wissenschaften und Künste“ aufgenommen worden. Der Begriff dieses Architekten von der Ästhetik des Bauens, die er mit der Disziplin des Technikers verband, zielte auf eine planvolle Anordnung und Verschmelzung der Proportionen aller Teile eines Gebäudes derart, „daß jeder Teil seine absolut feststehende Form und Größe hat und nichts hinzugefügt oder weggenommen werden kann, ohne die Harmonie des Ganzen zu zerstören“ (Wittkower). Die Harmonie des Ganzen der organisch gewachsenen Campus-Universität hat sich freilich nicht aufrechterhalten lassen, Hochhäuser überragen heute das Bild der alten Karlsruher Hochschule, die zu einer Stadt in der Stadt geworden ist und mit ihren schönsten Teilen doch im Walde liegt. 125 Institute, darunter ein Institut für Regionalwissenschaft, widmen sich der Forschung und Lehre in einem lebendigen Austausch mit der Umwelt. Im Reigen der künstlerischen Fächer darf ein Institut für Elektronische Musik nicht fehlen.

Im Wintersemester 1984/85 waren über 16 000 Studenten immatrikuliert, die meisten von ihnen in den Ingenieurwissenschaften, darunter über tausend Ausländer aus annähernd 80 Staaten der Erde. Ihnen stehen über 280 Professoren sowie insgesamt etwa 870 weitere Vertreter des wissenschaftlichen Dienstes gegenüber. Die größte Ausdehnung hat in den letzten Jahren das

mathematisierte Wirtschaftsingenieurwesen erfahren. Die Universität Karlsruhe ist ihrem Natur und Technik in der Wissenschaft verbindenden Konzept einer berufspraktischen und zukunftsorientierten Ausbildung in Begleitung der den Menschen formenden und bildenden philosophischen, historischen und germanistischen Wissenschaften treu geblieben. Zwischen Scylla und Charybdis sieht sich die Hochschule ständig dazu herausgefordert, die Chancen und Gefahren einer physikalischen, chemischen und biologischen Technologie



Abb. 14. Die Universität aus der Vogelperspektive — von Schloß aus gesehen im Sector zwischen den Radien, die den linken Seitenflügel und das Hauptgebäude verlängern

gegeneinander abzuwägen, die in Bereiche der Welt und des Menschen eingedrungen ist, die sich vom politischen und gesellschaftlichen Standpunkt aus kaum noch ermessen bzw. überprüfen lassen und der Verantwortung des einzelnen Wissenschaftlers nach der Maßgabe einer „pragmatischen Vernunft“ (Lenk) umso mehr bedürfen, wie sie Hans Rumpf in seinen Maximen und Reflexionen „Über die geschichtliche Entwicklung und den Sinn technischen Handelns“ zum 150-jährigen Jubiläum [90] der Fridericiana gefordert hat: „So Erstaunliches der Computer vermag, es wäre unverantwortlich riskant, ihm Entscheidungen zu überlassen die Sinnerfahrungen, individuelle Beurteilung und persönliche Verantwortung erfordern“ [91].

Anmerkungen

1. Über Technische Lehranstalten. Karlsruhe und Baden 1824: „Jedem Freunde unbefangener Forschung mit Liebe gewidmet vom Verfasser“.
2. Ebenda, S. 9.
3. Herders Sämtliche Werke. Hrsg. von B. Suphan. Band 10. Berlin 1887, S. 600—616, hier S. 601; vgl. dazu auch Band 18, S. 527.
4. Siehe W. KÖNIG: Stand und Aufgaben der Forschung zur Geschichte der Polytechnischen Schulen und Technischen Hochschulen im 19. Jahrhundert, in: Technikgeschichte 48 (1981) S. 47—67.
5. Zit. bei W. BUSSMANN und K. NEUMEIER: Staat, Technik und Gesellschaft. Zur Geschichte der Fridericiana im 19. Jahrhundert, in: Fridericiana. Zeitschrift der Universität Karlsruhe 14 (1974) S. 7—21, hier S. 18. Vgl. auch F. Schnabel: Die Technische Friedrichs-Hochschule Karlsruhe. In: M. Doeberl und O. Scheel (Hrsg.): Das akademische Deutschland. Band 1, Berlin 1930, S. 541—546.
6. Siehe R. RÜRUP: Zur Geschichte der Techn[ischen]Hochschule Karlsruhe, in: Ventil. Studentenzeitung 14 (1966) Nr. 4, S. 15.
7. Vgl. dazu die bisher einzige monographische Darstellung mit einem Schwerpunkt in der Baugeschichte von J. Hotz: Kleine Geschichte der Universität Fridericiana Karlsruhe (Technische Hochschule). Karlsruhe 1975.
8. Siehe Festgabe zum Jubiläum der vierzigjährigen Regierung Seiner Königlichen Hoheit des Großherzogs Friedrich von Baden. Karlsruhe 1892; Festschrift anlässlich des 100-jährigen Bestehens der Technischen Hochschule Fridericiana zu Karlsruhe. Karlsruhe 1925 (mit einem einleitenden — und bis heute grundlegenden — Beitrag von F. Schnabel über „Die Anfänge des technischen Hochschulwesens“, S. 1—44; auch als Einzelschrift: Karlsruhe 1925); Die Technische Hochschule Fridericiana Karlsruhe. Festschrift zur 125-Jahrfeier. Karlsruhe 1950; sowie die Jubiläumsbände der Fridericiana 15—18 (1975).
9. Siehe neuerdings: Universitäten und Hochschulen in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Eine Universitätsgeschichte in Einzeldarstellungen. Hrsg. von L. Boehm und R. A. Müller. Düsseldorf 1983 (Hermes Handlexikon).
10. Siehe H. WITTMANN: Tulla, Honsell, Rehbock. Lebensbilder dreier Wasserbauingenieure am Oberrhein. Berlin 1949.
11. Hier zit. nach H. Draheim „Zum Geleit“ von Hotz: Kleine Geschichte, S. 6.
12. Siehe A. VALDENNAIRE: Friedrich Weinbrenner. Sein Leben und seine Bauten. Karlsruhe 1919.
13. Siehe P. GEHRING: Professor Wucherer und seine Freiburger Polytechnische Schule von 1818. Ein Beitrag zur Gründungsgeschichte der Technischen Hochschule Karlsruhe, in: Zeitschrift für die Geschichte des Oberrheins 116 (1968) S. 369—381.
14. Siehe A. VALDENNAIRE: Heinrich Hübsch. Eine Studie zur Baukunst der Romantik. Karlsruhe 1926.
15. F. SCHNABEL: Deutsche Geschichte im neunzehnten Jahrhundert. Band 3: Erfahrungswissenschaften und Technik. 2. Aufl. Freiburg. 1950, S. 305.
16. Siehe J. G. TULLA: Die Rectification des Rheins von seinem Austritt aus der Schweiz bis zu seinem Eintritt in das Großherzogthum Hessen. Karlsruhe 1825.
17. Siehe Verhandlungen der Ständeversammlung des Großherzogthums Baden. 2. Kammer, 1831, Heft 6, S. 154—156.
18. Siehe Badische Biographien. II. Theil. Heidelberg 1875, S. 99—105. Hier wird er von F. von Weech als „der eigentliche Gründer der polytechnischen Hochschule“ bezeichnet. Vgl. auch A. Boehntlingk: Karl Friedrich Nebenius, der deutsche Zollverein, das Karlsruher Polytechnikum und die erste Staatsbahn in Deutschland. Karlsruhe 1899.

19. Siehe W. P. FUCHS: Die geschichtliche Gestalt Ferdinand Redtenbachers, in: Zeitschrift für die Geschichte des Oberrheins 107 (1959) S. 205—222. Vgl. A. Ritter von Burg: Zum Gedächtnis an Ferdinand Redtenbacher. (o. O. u. o. J.); F. Schnabel: Ferdinand Redtenbacher, in: Blätter für Geschichte der Technik 5 (1938) S. 66—71.
20. TH. NIPPERDEY: Deutsche Geschichte 1800—1866. Bürgerwelt und starker Staat. München 1983, S. 482.
21. Siehe F. TANK: Die eidgenössische Technische Hochschule und die deutsche Wissenschaft, in: Schweizerische Hochschulzeitung. Sonderheft 1955.
22. Siehe F. REDTENBACHER: Theorie und Bau der Turbinen. Mannheim 1860.
23. F. REDTENBACHER: Die polytechnische Schule. In: Die Residenzstadt Karlsruhe. Festgabe zur 34. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte. Karlsruhe 1858, S. 125.
24. Fuchs: Gestalt, S. 209.
25. C. BENZ: Lebensfahrt eines deutschen Erfinders. Leipzig 1940, S. X.
26. Siehe H. J. BRAUN und W. WEBER: Ingenieurwissenschaft und Gesellschaftspolitik. Das Wirken von Franz Reuleaux. In: Wissenschaft und Gesellschaft. Beiträge zur Geschichte der Technischen Universität Berlin 1879—1979. Hrsg. von R. Rürup. Band 1. Berlin, Heidelberg, New York 1979, S. 285—300. Vgl. auch Th. Pöschl: Franz Reuleaux. Karlsruhe 1929 (= Karlsruher Akademische Reden. Nr. 4).
27. „In der Anwendung der Naturkräfte hat man in der Tat bereits eine große Virtuosität erlangt, aber an der humanen Entwicklung des industriellen Publicums fehlt es noch sehr“. F. Redtenbacher: Geistige Bedeutung der Mechanik und geschichtliche Skizze der Entdeckung ihrer Principien. Hrsg. von R. Redtenbacher. München 1879. Dabei handelt es sich um Redtenbachers Festrede anlässlich der Einweihung des Gebäudes der Maschinenbauschule von 1859.
28. Siehe ders.: Historische und politische Aufsätze und Reden. Mit einer biographischen Einleitung, hrsg. von E. Marcks. Straßburg 1894.
29. „Aber von der Freiheit dieses XIX. Jahrhunderts profitiren wir doch gerne und verdanken ihr unsere objective Betrachtung aller Dinge von der Ceder bis zum Ysop — also gemacht mit den Klagen“, an A. Brenner, Zürich, 17. Oktober 1855. J. Burckhardt: Briefe. Vollständige und kritisch bearbeitete Ausgabe, hrsg. von M. Burckhardt. Band 1—6. Basel, Stuttgart 1949—1966, hier Band 3, S. 227. Burckhardt lehrte damals an der Eidgenössischen Technischen Hochschule, bevor er 1958 an die Universität Basel berufen wurde.
30. Siehe K. LANKHEIT: Die Kunstgeschichte unter dem Primat der Technik. Karlsruhe 1962 (= Karlsruher Akademische Reden. N. F. Nr. 24).
31. An Burckhardts Stelle wurde 1868 Alfred Woltmann nach Karlsruhe berufen, vgl. Burckhardt: Briefe: Band 5, S. 224. Siehe dazu K. Obser: Jacob Burckhardt und der Karlsruher Lehrstuhl für Kunstgeschichte, in: Sonntagsbeilage der Basler Nachrichten, vom 25. März 1923 (Nr. 12).
32. Siehe K. BIRNBAUM. In: Badische Biographien. II. Theil, S. 448—451.
33. Siehe C. WELTZIEN: Das Chemische Laboratorium an der Großherzoglichen Polytechnischen Schule zu Carlsruhe. Carlsruhe 1853.
34. Siehe Nekrolog, in: Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 28 (1895) S. 1140—1146. Vgl. L. Meyer: Die Zukunft der deutschen Hochschulen und ihrer Vorbereitungsanstalten (o. O.) 1873.
35. Siehe P. WENTZCKE: Franz Grashof. Ein Führer der deutschen Ingenieure. Berlin 1926. Vgl. H. Lorenz: Die wissenschaftlichen Leistungen Franz Grashofs, in: Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie 16 (1926) S. 1—2; Neue Deutsche Biographie.
36. Siehe F. GRASHOF: Prinzipien der Organisation der Polytechnischen Schulen als Resultat wiederholter und eingehender Beratungen, aufgestellt vom VDI nach Beschluß der Hauptversammlung zu Breslau im September 1865. Berlin 1866.

37. Großherzogliches Badisches Regierungs-Blatt. Nr. VIII, vom 20. Februar 1865.
38. Siehe: Zur Erinnerung an Dr. Christian Wiener, in: Leopoldina 32 (1896) S. 166—169.
39. Badisches Generallandesarchiv Karlsruhe. Abt. 448, Nr. 7.
40. Siehe R. OEHME und K.-TH. SCHMIDT: Geschichte der Bibliothek der Technischen Hochschule Fridericiana 1825—1952. Karlsruhe 1965.
41. Siehe X. SIEFERT: Oberforstrat Karl Schuberg (Nekrolog). Frankfurt a. M. 1899.
42. Siehe: Adreßbuch der polytechnischen Schule in Karlsruhe.
43. Siehe H. L. ZOLLNER: Greif & Zarenadler. Aus zwei Jahrhunderten badisch-russischer Beziehungen. Karlsruhe 1981.
44. Siehe ders.: Erinnerungen. Briefe. Tagebücher. Zusammengestellt von J. Hertz. Mit einer biographischen Einleitung von M. von Laue. Weinheim, San Francisco 1977.
45. Ebenda, S. 204.
46. Ebenda, S. 214—216.
47. Siehe neben anderen auch seine Würdigung in der Festschrift zur 125-Jahrfeier, S. 13—16 (S. o. Anm. 8).
48. Siehe E. ARNOLD: Das Elektrotechnische Institut der Großherzoglichen Technischen Hochschule zu Karlsruhe. Beschreibung des Baues und der inneren Einrichtungen. Berlin 1899.
49. Siehe: Neue Deutsche Biographie. Vgl. F. SCHNABEL: Karl Engler. Der berühmte Chemiker, 1842—1925, in: Mein Heimatland 22 (1935) S. 199—200.
50. Siehe dazu allgemein K.-H. MANEGOLD: Universität, Technische Hochschule und Industrie. Ein Beitrag zur Emanzipation der Technik im 19. Jahrhundert unter besonderer Berücksichtigung der Bestrebungen Felix Kleins. Berlin 1970 (= Schriften zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte. Band 16); hier auch zu Englers Kampf als Rektor (1898/1899) der Fridericiana um das Promotionsrecht, in dem er eine „Lebensfrage der deutschen Technik“ sah (S. 290)
51. Siehe E. TERRES: Zum 100. Geburtstag von Hans Bunte. Karlsruhe 1950. Vgl. Neue Deutsche Biographie.
52. Siehe J. KÖRTING: Geschichte des Gasinstituts. Aus Anlaß des 50-jährigen Bestehens zusammengestellt. Karlsruhe (o. J.)
53. Siehe C. MATSCHOSS: Grosse Ingenieure. Lebensbeschreibungen aus der Geschichte der Technik. 4. Aufl. München 1954, S. 350—359.
54. Siehe ders.: Aus Leben und Beruf. Berlin 1927. Vgl. Neue Deutsche Biographie.
55. Siehe Nekrolog von M. VOLMER, in: Zeitschrift für Elektrochemie 41 (1935) S. 309—314.
- 55a. Zit. nach R. Willstätter: Aus meinem Leben. Von Arbeit, Muße und Freunden. Hrsg. von A. Stoll. Weinheim 1949, S. 256. Der in Karlsruhe geborene Chemiker hat Haber in seinen Erinnerungen (S. 241—277) ein freundschaftliches Denkmal gesetzt.
56. Siehe J. HOTZ: Die ehemalige Aula der Technischen Hochschule Karlsruhe, in: Fridericiana 24 (1979) S. 35—53.
57. Siehe: Die Grossherzogliche Technische Hochschule Karlsruhe. Festschrift zur Einweihung der Neubauten im Mai 1899. Stuttgart (1899).
58. Siehe: Neue Deutsche Biographie.
59. Siehe: Badische Biographien. VI. Teil. Heidelberg 1935, S. 597—604; hier als „der bedeutendste Architekturlehrer im Ausgang des neunzehnten Jahrhunderts“ gewürdigt.
60. Siehe ebenda, S. 706—713.
61. Siehe V. RIECKE: Hermann Billing. Sein Werk als Beitrag zur Formensprache moderner Architektur (1949).
62. Siehe W. SACKUR: Zum Gedächtnis an Friedrich Ostendorf. Berlin 1919. Ostendorf war als Leibgrenadier im ersten Weltkrieg gefallen.

63. Siehe R. JÖRG u. a.: Otto Ernst Schweizer und seine Schule. Die Schüler zum sechzigsten Geburtstag ihres Meisters. Karlsruhe (1950).
64. Siehe: Neue Deutsche Biographie.
65. Siehe ebenda. Vgl. F. SCHNABEL: Friedrich Engesser. Ingenieur und Meister der wissenschaftlichen Statik, 1848—1931, in: Mein Heimatland 22 (1935) S. 204—207.
66. Siehe M. REHBOCK-KÜSTER: Lebenserinnerungen. Baden-Baden 1947. Vgl. auch oben, Anm. 8.
67. Siehe TH. REHBOCK: Das Flußbaulaboratorium der Technischen Hochschule Fridericiana zu Karlsruhe. Einrichtungen und Versuche. Berlin 1926.
68. Siehe TH. REHBOCK: Johann Gottfried Tulla 1770—1828 (Rede, gehalten bei der akademischen Feier zum Gedächtnis des 100jährigen Todestages in der Aula der Technischen Hochschule Karlsruhe). Berlin 1928.
69. Siehe: Badische Biographien. N. F. Band 1, Stuttgart 1982, S. 14—17.
70. Siehe: Der Bauingenieur 39 (1964) H. 4, S. 171.
71. Siehe ders.: Betrachtungen über die Hebe- und Fördertechnik. Karlsruhe 1911.
- 71a. Siehe: Neue Deutsche Biographie.
- 71b. R. R. DIPERT: Ein Karlsruher Pionier der Logik. Ernst Schröders Beitrag zur Logik und den Grundlagen der Mathematik, in: Fridericiana 27 (1980) S. 23—44.
72. Deutsche Geschichte. Band 3, S. 239.
73. Vgl. K. DÜWELL: Die Neugestaltung der Technischen Hochschulen nach dem Ersten Weltkrieg. Das Reformkonzept „Technik und Wirtschaft“, in: Technikgeschichte 36 (1969) S. 220—244.
74. Siehe W. WEDDIGER: Otto von Zwiedineck-Südenhorsts Konzept der Sozialpolitik, in: Soziale Welt 3/4 (1963) S. X—X.
75. Siehe: Neue Deutsche Biographie.
76. Vgl. O. von ZWIEDINECK-SÜDENHORST: Die Großherzogliche Badische Technische Hochschule. In: W. Lexis (Hrsg.): Das Unterrichtswesen im Deutschen Reich. Band 2, Berlin 1904, S. 265-XXX.
77. Großherzog Friedrich I. von BADEN und die Reichspolitik 1871—1907. Band 4. Hrsg. von W. P. Fuchs, Stuttgart 1980, S. 132 (= Veröffentlichungen der Kommission für geschichtliche Landeskunde in Baden-Württemberg. Reihe A: Quellen, 32. Band).
78. Siehe: Die Pyramide 18 (1929) Nr. 47.
79. Großherzog Friedrich. Band 4, S. 401.
80. Siehe ders.: Abhandlungen und Vorträge 1914—1965. Hrsg. u. eingeleitet von Heinrich Lutz. Freiburg, Basel, Wien 1970.
81. Vgl. K. HOLL: Die Technische Hochschule: Bildungsanstalt oder Fachschule. Karlsruhe 1931 (= Karlsruher Akademische Reden. Nr. 10). Vgl. F. Schnabel: Ingenieurstudent und allgemeine Bildung. In: Zum technischen Studium. Aufsätze über das Studium an der Technischen Hochschule. Karlsruhe 1929, S. 29—38.
82. Siehe Neue Deutsche Biographie.
83. Zit. nach F. WOLF: W. Gaede, dem Schöpfer des Hochvakuums. Karlsruhe 1947 (= Karlsruher Akademische Reden. N. F. Nr. 3).
84. Siehe aus dieser Sicht B. FRITZ: Technische Hochschule Karlsruhe. In: Die Deutschen Technischen Hochschulen. Ihre Gründung und Entwicklung. München 1941, S. 201-XXX.
85. Siehe: Zum 75. Geburtstag von Rudolf Plank, in: Kältetechnik 13 (1961) S. 73—77.
86. Siehe R. PLANK: Das Kältetechnische Institut der Karlsruher Technischen Hochschule. Berlin 1926.
- 86a. Vgl. H. LENK: Philosophie im technologischen Zeitalter. Stuttgart 1971; vgl. ders.: Zur Sozialphilosophie der Technik. Frankfurt a. M. 1982.

87. Siehe: Neue Deutsche Biographie.
88. Siehe K. STEINBUCH: Hochschule und Kybernetik. In: Die Fridericiana 1963. Gedanken und Bilder aus einer Technischen Hochschule. H. Freudenberg zum 75. Geburtstag. Köln 1963, S. 93—98.
89. Siehe W. SCHIRMER (Hrsg.): Egon Eiermann. Bauten und Projekte. Stuttgart 1984.
90. Siehe. Dokumentation. 150 Jahre Universität Karlsruhe. Das Jubiläumsjahr in Wort und Bild. Hrsg. im Auftrag des Rektors [H. Draheim] von der Pressestelle der Universität Karlsruhe 1976. Die Festansprache über „Die Ingenieurwissenschaften in der Welt von heute“ hielt der Bundesminister a. D. für Bildung und Wissenschaft, Hans Leussink, der als Professor für Grundbau, Tunnelbau und Baubetrieb seit 1954 an der Fridericiana lehrte. Das Baden-Werk hatte einen „Heinrich-Hertz-Preis“ gestiftet, den der amerikanische Atomphysiker A. M. Weinberg erhielt.
91. In: Fridericiana 15 (1974) S. 72.