

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

**Festgabe zum Jubiläum der vierzigjährigen Regierung
seiner Königlichen Hoheit des Grossherzogs Friedrich von
Baden**

Friedrich <I., Baden, Großherzog>

Karlsruhe, 1892

Ferdinand Redtenbacher als Begründer der Maschinenwissenschaft von
Dr. Karl Keller

[urn:nbn:de:bsz:31-280153](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-280153)

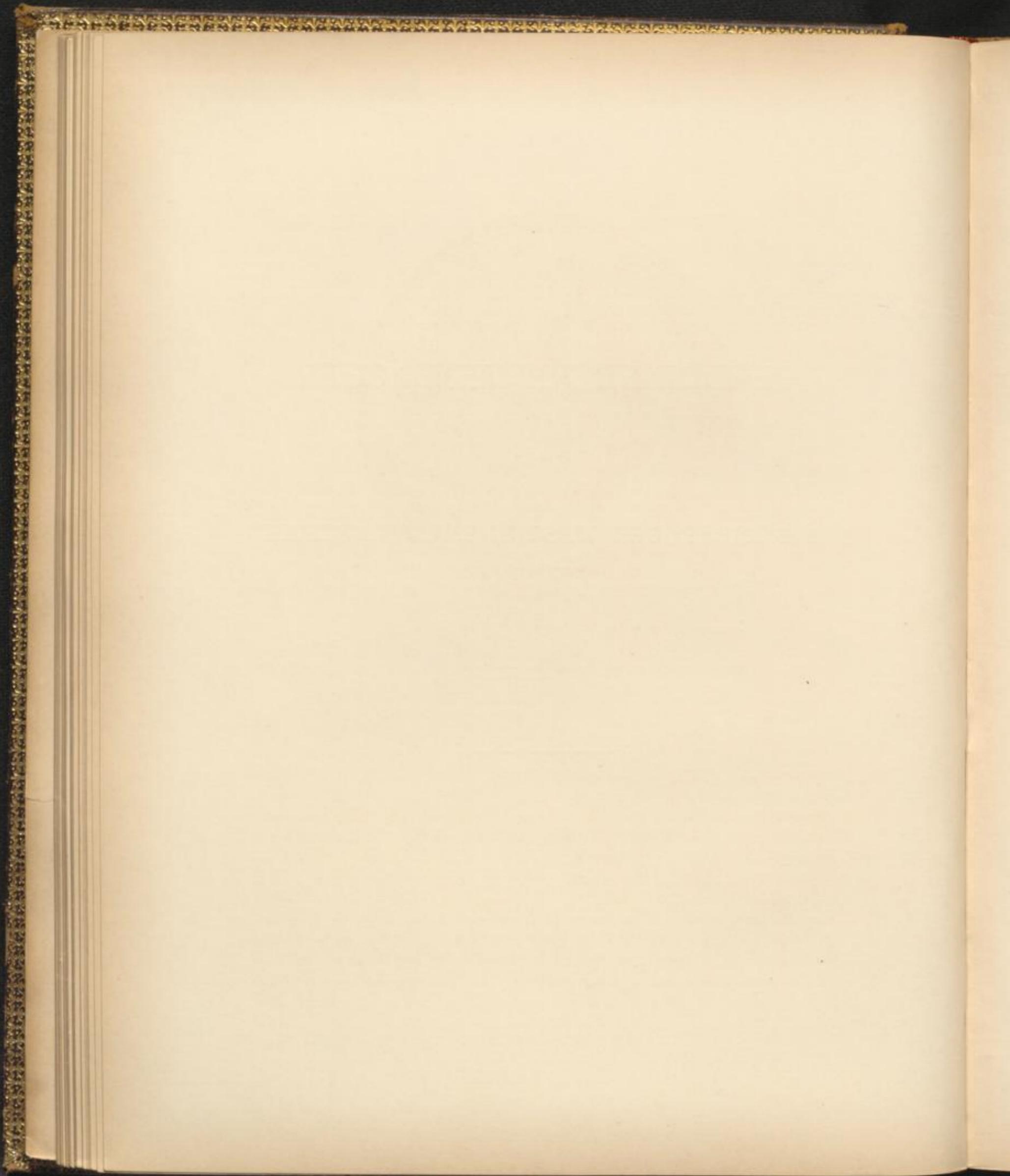
FERDINAND REDTENBACHER

ALS

BEGRÜNDER DER MASCHINENWISSENSCHAFT

VON

DR. KARL KELLER.





Ferdinand Redtenbacher

geb. in Steyr am 25. Juli 1809, gest. in Karlsruhe am 16. April 1863.

So sehr es eine allgemein anerkannte Thatsache ist, dass die wissenschaftlich begründete Technik heute einen noch vor kurzer Zeit ungeahnten Einfluss auf das ganze Culturleben der Menschheit ausübt, dass der von der Technik ausgehende belebende Strom alle Verhältnisse durchdringt, überall seine Existenz und sein rastloses Schaffen durch frisches Pulsiren zu erkennen gibt und wieder neues Leben erzeugt, — so sicher ist leider auch heute noch die Thatsache, dass gerade dieser wissenschaftlichen Technik bei weitem nicht allseitig der Werth im Culturleben zuerkannt wird, der ihr vermöge ihres thatsächlichen Einflusses gebührt. Es liegt dies in der Natur der Sache und nicht zum geringen Theile darin begründet, dass man die wissenschaftliche Technik mit den Uebergangsstufen vermengt, die zu derselben führen, auf denen allerdings oft äusserlich sichtbar von Wissenschaftlichkeit nichts oder nur wenig wahrzunehmen

8*

ist. Es ist aber jene Thatsache auch klar begründet durch die Art und Weise, wie sich die Technik, die praktische und die wissenschaftliche, seit den ersten Culturanfängen entwickelt hat.

In den Zeiten des Anfanges menschlicher Cultur wusste der Mensch, um den Kampf mit den Naturgewalten und mit den neben ihm existirenden Lebewesen erfolgreich zu bestehen, schon Geräthe, Werkzeuge und Waffen herzustellen. Zum Bestehen aber eines Kampfes mit Seinesgleichen, zur Erringung eines Uebergewichtes über Andere, bedurfte es ausnahmsweiser Kampfmittel, geistiger Waffen, welche der Mehrzahl, der Allgemeinheit, nicht zur Verfügung standen. Nur durch gesteigerte geistige Thätigkeit, durch Sammlung und kritische Verwerthung der von Vielen gemachten Erfahrungen war ein solches Ausnahmsindividuum im Stande, die Allgemeinheit zu überragen.

So finden wir, zurückgehend bis in die ältesten Culturepochen schon den Unterschied des Wissens und des Könnens, von Theorie und Praxis, die Präponderanz des Wissens und die Erkenntniss der Möglichkeit, die höchsten Ziele durch bewusste Vereinigung des Wissens und Könnens zu erreichen.

Schreiten wir mit einem Riesenschritt aus jenen fernen Zeiten, für die wir ein Mass von Jahren nicht kennen, in unsere heutige Zeit, so sehen wir auch hier — und es wird in alle Zukunft so bleiben — bei Einzelnen das Bestreben, die Allgemeinheit zu überragen, zum socialen oder moralischen Uebergewichte über Andere zu gelangen, in irgend einer Richtung eine hervorragende Stellung zu erringen. Auch heute bedarf es hierzu ausnahmsweiser Kampfmittel, geistiger Waffen, und diese sind zu suchen in einem über dem Durchschnittswerthe stehenden Wissen, in der Anwendung dieses höheren Wissens auf die Weiterentwicklung des Könnens und in der richtigen, zielbewussten Verbindung dieser beiden, der Theorie und der Praxis.

Die Stätten, die heute zur Verbreiterung des Wissens, zur Pflege der Wissenschaften dienen, sind unsere Hochschulen, und zwar sowohl die älteren, die Universitäten, als auch die neueren, die technischen Hochschulen. Man hat wohl zwischen beiden einen Unterschied zu constatiren gesucht, und hat die ersteren als Stätten für die Pflege der Wissenschaften des Erkennens bezeichnet, während den letzteren ausschliesslich die Wissenschaften des Schaffens zugewiesen seien. Uns aber will bedünken, dass es nur einerlei Wissenschaft gebe, die Summe der Erkenntniss in irgend einer Richtung menschlicher Geistesthätigkeit, dass aber alle Wissenschaft nicht getrieben wird um ihrer selbst willen, sondern um einem anderen, vielleicht viel höheren, Zwecke zu dienen, demjenigen des Lebens, der Erhaltung des Lebens. Wir fühlen uns hierin in Uebereinstimmung mit keinem Geringeren als Justus von Liebig, der in seinen hinterlassenen Aufzeichnungen von einer gewissen Periode seiner wissenschaftlichen Thätigkeit sagt: » . . . Man hatte damals das Ziel der Wissenschaft, und dass sie nur Werth hat, wenn sie dem Leben nützt, beinahe aus dem Auge verloren, und man gefiel sich

in einer idealen Welt, die mit der Wirklichkeit in keinem Zusammenhange stand
Es schliessen sich auch, unseres Dafürhaltens, die beiden Thatsachen nicht gegenseitig aus, dass man die einzelne Forschung um ihrer selbst willen anstelle, um Wahrheit und Licht in eine Wissenschaft zu bringen, ohne Rücksicht auf eine mögliche oder wahrscheinliche praktische Verwendung der Forschungsergebnisse, und dass man dabei doch als letztes Ziel der Wissenschaft betrachte, dass sie dem Menschen und dem Leben diene.

Dies gilt zunächst und unbestritten für das ganze grosse Gebiet der Naturwissenschaften, unter diesen aber zumeist für das Gebiet der technischen Mechanik, des Maschinenwesens, welches wie kein anderer Zweig menschlichen Wissens, des auf Erfahrung gegründeten Wissens, tiefst in alle Verhältnisse des Lebens, der Gemeinde, des Staates eingreift.

Wenn somit alles Wissen, alle Wissenschaften, wenn sie richtig aufgefasst sind, dem Leben dienen sollen, so müssen sie auch alle in einer gewissen Wechselbeziehung zu einander stehen, keine wird der andern völlig entrathen können und dürfen. So betont man mit Recht in der Geschichte der Entwicklung der exakten Wissenschaften, dass eine solche in höherem Masse erst dann recht eintrat, als durch die altgriechische Literatur ein kräftiger wissenschaftlicher Sinn geweckt worden war. Den Zusammenhang aller Wissenschaften drückt auch Lionardo da Vinci treffend aus: »Es gibt keine Gewissheit in den Wissenschaften, wo man nicht einzelne Theile der Mathematik anwenden könnte, oder die nicht davon in gewisser Beziehung abhinge.« So bilden auch für die Maschinenwissenschaft die Naturwissenschaften und die Mathematik die Grundlage, darunter aber vor Allen die Mechanik, »das Paradies der mathematischen Wissenschaften« wie Lionardo dieselbe nannte. Ginge diese Grundlage verloren, oder würde sie nicht genügend ihrem Werthe nach gewürdigt, so verlöre die Wissenschaft des Maschinenwesens ihren spezifischen wissenschaftlichen Charakter, sie sänke herab zu einer, im besten Falle virtuosen, handwerksmässigen Technik; die Arbeit in dieser Richtung würde zu einer Arbeit nach geistlosen Rezepten, zu einem ins Masslose gesteigerten Formeln- und Ziffernwesen, und jene Richtung erhielte die Oberhand, welche dem Grundsätze huldigt: »Probiren geht über Studiren.« Dies ist, mehr oder weniger, nur eine etwas triviale Aussprache des Aristotelischen Satzes: »Man muss der Beobachtung mehr Glauben schenken als der Theorie, und dieser nur, wenn sie zu den gleichen Resultaten führt wie die Erscheinung.« Dass es aber eines vollen ungeschmälerten Besitzes einer Wissenschaft bedarf, um studiren zu können, wie man richtig probiren müsse, das gezeigt zu haben, ist nicht zum kleinsten Theil Verdienst des Mannes, dessen diese Zeilen gedenken sollen.

Traurig, wie oben dargestellt, lagen die Verhältnisse unserer Wissenschaft, als Ferdinand Redtenbacher als Kämpfer für dieselbe auf den Plan trat. Er selbst

beurtheilt den damaligen Zustand der Maschinenwissenschaft und die Lage von deren Jüngern in einer eigenhändigen Aufzeichnung aus dem Jahre 1840 durch folgende Worte: »Meine Bestrebungen als Lehrer richten sich nicht allein auf die wissenschaftliche Theorie der Maschine, mir liegt die Cultur des industriellen Publikums am Herzen. . . . Wenn die Gebildeten den gegenwärtigen Zustand der Industriellen roh nennen, so haben sie recht; wenn aber jene glauben, es vertrage sich eine ächte Bildung gar nicht mit einer industriellen Thätigkeit, dann haben sie unrecht; leider ist das die vorherrschende Ansicht, welche im höchsten Grade nachtheilig und hemmend auf die industrielle Entwicklung Deutschlands gewirkt hat. Einem Stand, der nicht geachtet ist, werden sich nicht leicht Menschen von Talent und edlerer Gesinnung zuwenden.«

In diesen Worten sehen wir das Schwergewicht von Redtenbacher's Thätigkeit ausgedrückt, das Ziel, das er verfolgte, und das ihm jederzeit vor Augen schwebte in der — leider viel zu kurzen — segensreichen Zeit seiner Thätigkeit als Lehrer und Schriftsteller. Dem Stande der Techniker musste Achtung erkämpft, dem ausserhalb der Technik stehenden Publikum musste Hochachtung, ja Bewunderung vor den Leistungen des Maschinenwesens, vor der Maschinenwissenschaft abgerungen werden, indem diese zu einer den übrigen Wissenschaften ebenbürtigen Schwester erhoben wurde. Mit solcher Begeisterung für die Verfolgung des gesteckten Zieles, welche den Inhalt seines ganzen weiteren Lebens bildete, trat Redtenbacher im Frühjahr 1841 seine Thätigkeit an als Lehrer des Maschinenbaues und der Theorie der Maschinen an der damaligen polytechnischen Schule zu Karlsruhe.

Den Massstab, der an Redtenbacher's wissenschaftliche Leistungen angelegt werden kann und muss, wenn denselben eine gerechte und dem ihnen thatsächlich zukommenden Werthe entsprechende Beurtheilung zu Theil werden soll, können wir nicht unserem heutigen Standpunkte entnehmen, wo uns ein unverhältnissmässig breiterer wissenschaftlicher Apparat, ein ungeahnt grösserer Schatz von Erfahrungen zur Verfügung steht. Auch ist heute die Möglichkeit, sich Kenntniss der gesammten einschlägigen Literatur, der vorausgegangenen Leistungen Anderer auf gleichen oder ähnlichen Gebieten zu verschaffen, eine ungleich grössere als vor einem halben Jahrhundert, da Redtenbacher seine Forschungsthätigkeit begann. Darin nun trat sein Genie so recht voll und ganz zu Tage, dass er in jedem gegebenen Falle herausfand, herausfühlte, wo die wissenschaftlichen Hebel anzusetzen wären. Dieses Moment, das richtige Gefühl für das, was zur Klarstellung irgend einer Thatsache, irgend eines Vorganges, zur Erklärung eines Ergebnisses der Erfahrung Noth thut, ist es, was Redtenbacher's wissenschaftliche Thätigkeit vor allem charakterisirt. Er war sich dessen auch selbst recht wohl bewusst, und sprach wiederholt die Ueberzeugung aus, dass diese Fähigkeit der intuitiven Erkenntniss, — er hiess es: dieses Gefühl — sich lehren und lernen liesse, dass er diese seine ureigene Kunst auch auf seine Schüler übertragen könne. So tragen alle seine Werke unverkennbar

den Stempel ausgeprägter Ursprünglichkeit und Selbständigkeit an sich. Nirgends verliert er sich in seinen Untersuchungen in Erörterungen, deren Werth nach seiner Ueberzeugung über einen »akademischen« nicht hinausging; in allem lässt er das Bewusstsein des Zieles, der bei aller strengsten Wissenschaftlichkeit dennoch zu erreichenden praktischen Verwerthbarkeit der Endergebnisse herauserkennen.

Wiederholt schickt er einer anzustellenden mathematischen Untersuchung eine derart lebensvolle Schilderung des zu untersuchenden Gegenstandes, der äusserlich wahrnehmbaren Bewegungen aller einzelnen Theile eines Mechanismus, des Spieles der dabei auftretenden Kräfte, der Functionen der verschiedenen Organe und Bestandtheile eines Apparates voraus, so dass er in dem Schüler jene intuitive Erkenntniss, jenes »Gefühl« unbewusst erzeugte, das ihn selbst bei der darauf folgenden mathematischen Behandlung des vorliegenden Problem es geleitet hatte, so dass von dem Schüler das durch die theoretische Untersuchung zu erreichende Ziel, ja der zu diesem Zwecke einzuschlagende richtigste Weg gleichsam vorausgeahnt werden konnte.

So scheint auch in der mathematischen Behandlung der jeweils gestellten Aufgabe gerade der Lehrzweck für Redtenbacher stets im Vordergrund gestanden zu sein. Ein anderer Gedanke lag auch sicher nicht jenem Ausspruch zu Grunde, dessen sich wohl mancher unserer gleichzeitigen Mitschüler erinnern wird: »Ich kann Euch« — denn im Eifer des Vortrages, im Feuer seiner Begeisterung sprach er zu uns nicht immer mit »Sie«, sondern redete uns wiederholt mit »Ihr« an — »Ich kann Euch nicht alles lehren, was Ihr braucht, aber einen tüchtigen Schulsack gebe ich Euch mit, aus dem Ihr für jeden Fall das Richtige herausholen könnt.« So vermied er auch hie und da nicht Umwege, scheinbare Umwege, nicht eine breitere, weniger elegante Entiwcklung, wenn er glaubte, damit seinem Schüler- und Leserkreise überzeugender zu sein. Er konnte sich ja auch nicht verhehlen, dass bei dem Techniker der damaligen Zeit, welcher vielfach noch die wissenschaftliche Behandlung eines Problem es perhorreszirte, die Erkenntniss des Werthes und somit die Achtung vor einer derartigen wissenschaftlichen Untersuchung erkämpft werden musste, dass demselben Sinn für exactere Arbeit abgerungen und ihm unwiderleglich gezeigt werden musste, wie auf diesem Wege für die Praxis unendlich mehr geleistet werden könne als auf dem einseitig verfolgten Wege der Empirie.

So wie er die grösste Befriedigung fand in dem Gedeihen seiner wissenschaftlichen Thätigkeit, so sah er sein grösstes Glück in dem Segen, der auf seiner Lehrthätigkeit ruhte, ein inneres Glück, das nur vorübergehend getrübt werden konnte durch so manche innere und äussere Widerwärtigkeiten, wie sie ja Niemanden, zum wenigsten einem Manne wie Redtenbacher, erspart bleiben konnten. Ein Mann, der wie er, unbeirrt stets gerade ausging, musste auch wohl hie und da anstossen, auch wohl manchmal hart und schroff erscheinen. So schreibt er in einem Briefe aus

einer Zeit, da er im Zenithe seiner Thätigkeit und Leistungsfähigkeit, aber auch seines Ruhmes stand: »So habe ich mich denn auch durchgeschlagen, mit Innen- und Aussenwelt viel gerungen und gekämpft; aber ich darf wohl sagen, dass es nicht ganz vergeblich war. Als Lehrer bin ich ganz glücklich, und wirke insbesondere dadurch belebend, weil ich nicht die Lehren Anderer, sondern meine ureigenen wissenschaftlichen Arbeiten behandle«.

Neben der möglichst weitgehenden Wissenschaftlichkeit, welche Redtenbacher als Grundlage seines maschinentechnischen Lehrgebäudes betrachtete, ist in seiner Richtung noch ein zweites Leitmotiv zu betonen, das er, wenn er es auch selbst nicht als Hauptsache ansah, so doch unmittelbar nach der Wissenschaftlichkeit gewürdigt wissen wollte, das ästhetische, künstlerische Wesen der Technik. Redtenbacher war eine durch und durch künstlerisch angelegte Natur; seine Anlagen und Fertigkeiten in dieser Richtung gingen weit über das Niveau des Dilettantismus hinaus, und Bestrebungen in diesem Sinne, ein wirklich künstlerisches Schaffen, bildete seine Thätigkeit in seinen Erholungsstunden. In der Beschäftigung mit der Kunst suchte und fand er Ausspannen von seinen Berufsarbeiten und neue Kraft zum Schaffen am Ausbaue seiner Wissenschaft. Diese und die Kunst scheinen bei oberflächlicher Betrachtung so heterogen, so ohne irgend welche Berührungspunkte zu sein, und doch wohnt der Maschinentechnik, den Leistungen und Erfindungen auf diesem Gebiete zweifellos ein hohes künstlerisches Moment inne. Es könnte in dieser Beziehung auf den sprachlichen Zusammenhang der Worte Mechanik und Maschine mit der Bezeichnung Kunst, gemäss der Ableitung jener ersteren vom Griechischen, hingewiesen werden, wie ja in der älteren deutschen Bezeichnungsweise »Kunst« und »Maschine« identische Begriffe waren, und sich in dieser gleichen Bedeutung zum Theil bis auf den heutigen Tag erhalten haben. (Spricht man doch von Wasserkunst, von Fahr- und Förderkunst, von Kunstkreuz und Kunstmeister u. A.) An dieser Stelle möge nur auf jene Eigenthümlichkeit der Maschinentechnik und ihrer Werke hingewiesen werden, dass sie gerade in der Art der Lösung ihrer manchmal eng begrenzten, manchmal in ihrem Umfange geradezu überwältigenden Aufgaben einen Zug von hoher Eleganz und künstlerischem, ästhetischem Werthe nicht verkennen lässt. Das Spiel der Phantasie des schaffenden Geistes, die Schöpferkraft, der Geistesflug, den so manche Erfindung als unabweisbare Bedingung voraussetzt, prägt den Werken der Technik unverkennbar den Stempel eines ächten Kunstwerkes auf. Redtenbacher hob deshalb auch — wie er selbst von künstlerischem Geiste durchdrungen war — wiederholt bei verschiedenen Anlässen in seinen Vorträgen die ästhetische Seite des Maschinenwesens hervor, nicht bloss das Ideal- und Gedankenschöne einer Erfindung, sondern auch das Sichtbar- und Wahrnehmbarschöne einer den Erfindungsgedanken verkörpernden Ausführung. Kann doch wohl kaum etwas anderes gesehen werden in dem Ausspruche Redtenbacher's, dessen sich viele seiner alten Schüler erinnern werden, dass aller-

dings nicht alles, was schön, auch mechanisch und maschinentechnisch richtig sei, dass aber alles, was richtig und nach allen in Frage kommenden Beziehungen zweckmässig sei, auch schön sein müsse, d. h. einen harmonischen, ästhetisch wohlthuenden, also schönen Eindruck mache.

Dass wir heute, wo die mechanischen und technischen Wissenschaften eines früher kaum geahnten Aufschwunges theilhaftig geworden sind, an einzelnen Stellen von Redtenbacher's Werken anfechtbare Anschauungen, ja Irrthümer finden, liegt in den Verhältnissen der damaligen Zeit begründet, und darf auch desshalb weder Wunder nehmen, noch die Hochachtung und Bewunderung verkleinern, die wir seinem Genie entgegenbringen. Was später aufgebaut wurde auf dem Fundamente Redtenbacher'scher Anschauungsweise, auf der Grundlage der von ihm erstmals geführten Untersuchungen und der von ihm begründeten Untersuchungsmethoden, ist zweifellos ein stattliches, achtungsgebietendes Gebäude geworden; lässt uns aber nicht über dem, wie es sich heute unsern staunenden Augen darstellt, vergessen, wie schwer es war, den ehemaligen, für einen Zeiten überdauernden monumentalen Bau ungeeigneten, lockeren Grund auszuheben, und Stein auf Stein zu den Grundvesten dieses Baues beizuschaffen und zusammenzufügen.

Undank wäre es allerdings, würde an dieser Stelle nicht erwähnt, dass auch schon vor Redtenbacher sich eine Anzahl anderer Männer, und zwar mit Erfolg, bemüht hatten, die Wissenschaft in die Werkstätten der Technik einzuführen durch Herstellung einer richtigen Verbindung der rationellen, theoretischen Mechanik mit der technischen Mechanik. In erster Reihe waren es französische Gelehrte, denen wir bahnbrechende Arbeiten auf diesem Gebiete verdanken. So müssen wir, um nur wenige derselben zu erwähnen, zunächst Carnot nennen, das berühmte Mitglied des National-Conventiones, von welchem ein Beweis für das Prinzip der virtuellen Geschwindigkeiten und der — nach ihm benannte — Satz von dem Verluste an lebendiger Kraft beim Stosse unelastischer Körper her stammt; sodann den berühmten Physiker Ampère, in welchem wir den Vater der heutigen Kinematik, der Lehre von den Bewegungsmechanismen, erkennen, einer Wissenschaft, die dann noch in der vor-Redtenbacher'schen Zeit durch den Engländer Willis weiter ausgebildet wurde. Sodann muss auf den unter den epochemachenden Gelehrten jener Zeit begabtesten und genialsten Vertreter dieser Wissenschaft hingewiesen werden, den (späteren) General Poncelet, dessen im vorliegenden Bezüge wichtigstes Werk »Mécanique appliquée aux machines« in dem gleichen Jahre erschien, als Redtenbacher's literarische Thätigkeit begann. Es darf auch wohl an dieser Stelle nicht verschwiegen werden, dass, als Redtenbacher seine Stellung in Karlsruhe antrat, eben da ein Mann als Lehrer gewirkt hatte, Kayser, von welchem Rühlmann in seiner Geschichte der technischen Mechanik sagt: »Kayser's Buch ist in der That als dasjenige zu bezeichnen, worin zum erstenmale in einem selbständigen deutschen Werke über Mechanik vom Prinzip der lebendigen Kraft und

von Carnot's Prinzip zur Beantwortung dynamischer und hydraulischer technischer Fragen gehörig Anwendung gemacht wird.«

So war also Redtenbacher allerdings nicht der Erste und Einzige, aber doch unter den Pionieren unserer Wissenschaft der Grössten Einer, denen es in durchgreifender bahnbrechender Weise gelang, die gesammte Maschinenlehre wissenschaftlich zu behandeln. Es möge darum auch noch auf seine speciellen Leistungen auf den einzelnen Gebieten unserer Maschinenwissenschaft hingewiesen werden, und betrachten wir dieselben in Zusammenhang mit seinen bezüglichen schriftstellerischen Arbeiten, von welchen, nahezu allen, nach ihrem ersten Erscheinen noch bei Redtenbacher's Lebzeiten zweite und weitere Auflagen, auch Uebersetzungen in fremde Sprachen nothwendig wurden.

Die Reihe seiner veröffentlichten Werke eröffnete die »Theorie und Bau der Turbinen« im Jahre 1844, schon im dritten Jahre seiner Karlsruher Thätigkeit. Aus dem Reactionsrade von Segner war die Schottische Turbine, aus dieser durch Vergrösserung der Zahl der Ausläufe die Turbine von Cadiat, und hieraus durch Hinzufügung von Leitschaufeln diejenige von Fourneyron entstanden, und schon begann diese neue, im Jahre 1833 von der Société d'encouragement mit einem Preise gekrönte Wasserkraftmaschine sich eine achtungswerthe Stellung in der Reihe der Kraftmaschinen zu erobern. Wir verweisen nur auf die damals berühmteste Ausführung einer solchen Turbine, diejenige von St. Blasien im badischen Schwarzwalde, welche zur Ausnützung eines bis dahin jede Verwerthung ausschliessenden Gefälles von über 100 m benützt wurde. Wenige Jahre später sodann, 1837, war die Turbine von Henschel zur Erscheinung gekommen, von welcher, als Redtenbacher's Werk erschien, schon eine grössere Zahl gelungener Ausführungen vorhanden war. Wenn wir aber sagen »gelungen«, so ist das beinahe ein Zufall zu nennen; denn die Construction guter brauchbarer Turbinen war um jene Zeit eigentlich noch Geheimniss, daher Eigenthum einzelner weniger Maschinenfabriken, und es fehlte an zuverlässigen Constructionsregeln, welche auch der sonst so verdienstvolle, befähigte Ingenieur Poncelet nicht einmal auf Grund einer doch von ihm selbst aufgestellten Turbinentheorie zu entwickeln vermocht hatte. Diese grosse Lücke auszufüllen, war Redtenbacher's Genie vorbehalten, und er füllte sie aus durch Herausgabe des genannten Werkes, welches jedoch wenig mehr enthielt, als was er als selbstloser Lehrer jedem seiner Schüler mittheilte, wenn er in seinem begeisterten Vortrage das ganze bis dahin geheimnissvolle Wirken des Wassers in diesen Turbinen vor den Augen seiner ihn verehrenden Schüler lebensvoll entrollte und erklärte. Auch die Fehler der in damaliger Zeit einzig bekannten Reactionsturbine waren ihm nicht verborgen geblieben, wenn es auch erst einer späteren Zeit vorbehalten blieb, in dem heutigen Freistrahlarade eine Turbine mit weitest gehender Regulirbarkeit und gleichzeitiger Wahrung eines guten Wirkungsgrades zu Tage zu fördern. Redten-

bacher machte auf alle die Punkte aufmerksam, an denen wirksam die Hebel angesetzt werden konnten zur Verbesserung der Theorie und Construction der Turbinen; eine genauere Theorie jener Motoren erforderte zunächst Vervollkommnung der Hydraulik und durch diese die analytische Bestimmung der Bewegung jedes einzelnen Wassertheilchens und der Wechselwirkung zwischen Wasser und Kanalwänden. Redtenbacher's Theorien beziehen sich somit im Wesentlichen nur auf die Ueberdruck- oder Reactionsturbinen, während er — mit einziger Ausnahme des Tangentialrades — eines Freistrahlarades eigenthümlicher Weise keine Erwähnung thut. Es muss aber vermuthet werden, dass er die letztgenannten Räder immerhin gekannt habe, da gleichzeitig mit dem Erscheinen von Redtenbacher's Turbinenbau von seinem wissenschaftlichen Forschungsgenossen Weisbach gerade auf den prinzipiellen Unterschied zwischen beiden Turbinenarten hingewiesen worden war. Dass die Anforderungen, welche heutzutage an Theorie und Praxis des Turbinenbaues gestellt werden, durch Redtenbacher's Arbeiten nicht mehr vollauf genügt werden kann, darf nicht Wunder nehmen, und ist selbstverständlich, wenn man bedenkt, dass gerade seit jener Zeit dreissig der fruchtbarsten Jahre für die Entwicklung der Technik dahin gegangen sind, und dass in unsern Tagen der höchsten Anspannung aller Kräfte es nicht mehr als etwas Unfassbares bezeichnet werden kann, dass man aus dem Riesenfalle des Niagara mittelst Turbinen Hunderttausende von Pferdestärken für die Industrie nutzbar gewinnen und diese Arbeitsleistung durch den elektrischen Strom auf meilenweite Entfernung bis an ihren Verwendungs- und Verwerthungsort übertragen will.

Zwei Jahre später erschien Redtenbacher's Buch über »Theorie und Bau der Wasserräder«, ein Werk, von dem er selbst sagt, dass es als nicht mehr zeitgemäss betrachtet werden könnte, nachdem diese Art von Wasserkraftmaschinen durch die Turbinen inzwischen vielfach verdrängt worden war. Ausserdem war bei den Wasserrädern ein Bedürfniss nach Aufstellung von zuverlässigen Constructionsregeln nicht in gleichem Masse vorhanden wie bei den Turbinen, denn jene waren hinsichtlich ihrer praktischen Herstellung zu einem ziemlichen Grade von Vollkommenheit gelangt und ergaben, wenn auch nur nach empirischen Regeln hergestellt, immerhin ganz befriedigende Resultate in Ansehung ihres Wirkungsgrades. Was aber bislang an Theorie für die genannten Motoren existirte, litt an derartigen erheblichen Unvollkommenheiten, theilweise sogar an Unbrauchbarkeit, dass die in theoretischer Hinsicht hierüber herrschende Unklarheit nicht ohne Einfluss auf die Höhe des zu erzielenden Wirkungsgrades bleiben konnte. Redtenbacher entwickelte nun in seinem genannten Werke neue, brauchbare und elegante Theorien durch die eingehende Berücksichtigung aller einschlägigen Verhältnisse, insbesondere der Grösse, Anzahl und Gestalt der Kraft- aufnehmenden Schaufelflächen. Wenn auch die Wasserräder älterer Gattung — im Gegensatz zu den Turbinen so genannt — für das in unserer Zeit in grossem Massstabe vorhandene Kraftbedürfniss von zurücktretendem Werthe sind, so wird doch

Redtenbacher's klare, lichtvolle, theoretische Behandlung dieser Kraftmaschinen für alle Zeiten als Muster für ähnliche Untersuchungen dienen können.

Das Werk, in welchem Redtenbacher heute noch bei allen den Tausenden seiner Schüler fortlebt, sind die — wieder zwei Jahre später erschienenen — »Resultate für den Maschinenbau«. Diese »Resultate«, welche einen wissenschaftlichen Charakter nur im Zusammenhange mit den von ihm selbst gehaltenen Vorträgen haben, sind ausserdem eine einfache Sammlung von Skizzen, Formeln und Regeln ohne rechnerische Entwicklung oder Begründung. Noch lange Jahre, nachdem wir die Schule verlassen hatten, waren uns diese »Resultate« unentbehrlich, und sogar heute noch dürfte man bei Umschau unter den ausübenden Technikern Manchen finden, dem seine »Resultate« noch als einziger Rathgeber und als unentbehrliches Vademecum dienen. Bei dem eigenthümlichen Charakter dieses Buches, bei seinem ausschliesslichen Zusammenhang mit den eigenen Vorträgen Redtenbacher's, und nachdem dessen Theorien und Untersuchungen mancherlei Aenderungen, Fortbildung und Verallgemeinerung erfahren haben, konnte es nicht ausbleiben, dass auch die »Resultate« zunächst in den späteren Auflagen nach Redtenbacher's Tod mit zahlreichen Zusätzen und Berichtigungen versehen wurden, und dann später bis zu unserer heutigen Zeit, als mit der gegenwärtigen Entwicklung der Maschinentechnik nicht mehr Schritt haltend, mehr und mehr in Vergessenheit gerathen sind.

In den »Gesetzen des Lokomotivbaues« zeigte sich so recht der weite Blick von Redtenbacher und seine erstaunliche Leistungsfähigkeit. Das Problem, dessen Behandlung er sich vornehmlich in dieser Arbeit vorsetzte, war die eingehende theoretische Berücksichtigung der störenden Bewegungen im Beharrungszustande einer auf einer Bahn sich bewegenden Lokomotiv-Maschine. Bekannt waren diese Störungen wohl, und die Anforderungen, welche schon in den ersten Zeiten von Stephenson's weltbewegender Erfindung an die Stabilität dieser Maschinen gestellt wurden, später aber bei den sich mehr und mehr steigenden Fahrgeschwindigkeiten in noch höherem Masse gestellt werden mussten, wiesen schon frühzeitig gebieterisch auf eine, wenn auch empirische, thunlichste Beseitigung jener störenden Bewegungen hin. Die Untersuchungen, welche Redtenbacher in dieser Richtung anstellte, sind die ersten, und bis zu einem gewissen Grade auch heute noch geltend; in anderen Beziehungen allerdings harren auch hier bis jetzt noch nicht völlig erledigte Fragen ihrer endgiltigen Lösung; Redtenbacher bleibt aber jedenfalls das ungeschmälerte Verdienst, die Lösung der vorliegenden Aufgabe angebahnt zu haben, ohne vor den grössten sich entgegenstellenden theoretischen Schwierigkeiten zurückzuschrecken. Er war auch selbst stolz auf sein Werk, und schrieb darüber; » . . . Ich habe eine grosse Zahl von wissenschaftlich interessanten und praktisch höchst wichtigen Resultaten gefunden, welche die Grundbedingungen aussprechen, die bei jeder Lokomotive erfüllt sein müssen, wenn sie ihrem Zwecke vollkommen genügen soll«.

In den im Jahre 1857 veröffentlichten »Bewegungsmechanismen« gab Redtenbacher eigentlich zunächst nur ein Bild der gerade durch diese Mechanismen berühmt gewordenen Modellsammlung der Karlsruher polytechnischen Schule, und waren dies Modelle, welche zum Zwecke des Unterrichtes grösstentheils nach Redtenbacher's eigenen Ideen in der damals an der Schule existirenden mechanischen Werkstätte hergestellt worden waren, und die verschiedenartigen gebräuchlichsten Bewegungsumwandlungen darstellen sollten. Er folgte bei der Eintheilung des in den »Bewegungsmechanismen« zu bewältigenden Lehrstoffes im Wesentlichen der Eintheilung des französischen Akademikers und Mathematikers Monge; doch war es ihm nicht gelungen, eine eigentliche Systematik in die Mechanismenlehre zu bringen, und so sind seine »Bewegungsmechanismen« eine mehr interessante als streng wissenschaftliche und systematische Zusammenstellung der verschiedenartigsten Maschinengetriebe, ohne dass gerade damit zur Entwicklung oder zum Ausbau der theoretischen Kinematik erheblicher Beitrag geleistet worden wäre.

Ein anderes zu erwähnendes Werk ist eine kleinere Schrift »Die Luftexpansionsmaschine«, 1853, zu deren Abfassung sich Redtenbacher angeregt fühlte durch die Nachricht, dass ein durch erhitzte Luft getriebenes Schiff von Amerika aus die Reise über das Weltmeer nach England unternehmen sollte. Wie viel er sich von dieser Art von Maschinen erwartete, spricht sich vielleicht in einer Stelle des Briefes aus, den er an Zeuner richtete und worin er sagt: »Ich halte es von nun an für lohnender, sich über die Wärme den Kopf zu zerbrechen und unsern jetzigen Dampfmaschinen den Garaus zu machen.« Hierin hat er nun allerdings nur zum Theil Recht behalten, nämlich im ersten Theil seines Ausspruches; denn die seither gemachten Fortschritte der mechanischen Wärmetheorie haben aus der Dampfmaschine der Redtenbacher'schen Zeit eine andere, ungleich bessere, wirtschaftlich correctere Maschine gemacht, zumal seitdem der Einfluss der Wärmebewegung in den Cylinderwandungen gewürdigt und die mehrstufige Expansion bei jener Maschine eingeführt worden war. So wurde also gerade dadurch, dass sich unsere besten Theoretiker in Uebereinstimmung mit der von Redtenbacher ausgesprochenen Ueberzeugung die Ausbildung der mechanischen Wärmetheorie angelegen sein liessen, die Dampfmaschine zu einer so vollkommenen Maschine umgestaltet, dass vorläufig noch nicht davon die Rede sein kann, dass derselben »der Garaus« gemacht werde.

Das Erscheinen seines umfangreichsten Werkes »Der Maschinenbau« hat Redtenbacher nur zum Theil erlebt, indem ihn während des Druckes des zweiten, noch von ihm selbst verfassten Bandes der Tod ereilte, und der dritte erst nach seinem Tode nach seinen hinterlassenen Manuscripten besorgt wurde. Dieser »Maschinenbau« gibt eigentlich das Wesentlichste der gesammten Vorträge Redtenbacher's wieder und konnte insoferne damals als Aequivalent für jene angesehen werden. Doch sind

diese Vorträge in dem »Maschinenbau« durchaus nicht wörtlich wiedergegeben, sondern in mannigfacher Beziehung ergänzt, durch gereifere Ansichten verbessert, und in einer besonderen, gerade ihm eigenen Sprache verfasst, die ausdrucksvoll und schwunghaft, manchmal geradezu poesievoll genannt werden kann.

In den beiden noch zu erwähnenden Werken, dem »Dynamidensystem« 1857 und »die anfänglichen und gegenwärtigen Erwärmungszustände der Weltkörper« folgte er seinem naturphilosophischen Drange, beizutragen zur Lösung der Aufgabe, alle Erscheinungen der materiellen Welt auf die Gesetze der Mechanik zurückzuführen. Während aber diese beiden Schriften auf die wissenschaftliche Begründung des Maschinenwesens von zurtretendem Einflusse waren, und daher auf dieselben an dieser Stelle auch nicht näher einzugehen sein dürfte, so möge zum Schluss noch auf ein Werk hingewiesen werden, welches so recht den Grundinhalt von Redtenbacher's wissenschaftlicher Thätigkeit darstellt, seine »Principien der Mechanik« 1852. Zur Herausgabe dieses Werkes war Redtenbacher nach seiner eigenen Angabe durch die Thatsache veranlasst worden, dass seine, jährlich nach Hunderten zählenden, Schüler einen ausserordentlich ungleichen, ja zum Theil sogar ungenügenden Grad von Vorbildung und Vorkenntnissen aufzuweisen hatten, dass aber jedem das gründliche Verständniss der vorgetragenen Lehren, und somit auch ein thatsächlicher Erfolg des Studiums gesichert werden sollte. So stellen diese »Principien« auch den Gehalt der den gleichen Gegenstand behandelnden Vorträge dar, in denen er durch sein von keinem Lehrer nach ihm erreichtes Darstellungstalent, durch sein scharfes dialektisches Raisonnement, durch seine unnachahmliche Gabe der Vorführung in genial hingeworfenen Handskizzen bei seinen Zuhörern die gespannteste Aufmerksamkeit erzeugte und wach erhielt, welcher naturgemäss das höchste Interesse an dem vorgeführten Thema, sodann aber auch ein vollständiges Erfassen und Behalten folgen musste. Wie sehr er selbst diese Wissenschaft, die Mechanik, als Grundlage alles naturwissenschaftlichen und technischen Wissens betrachtete, sagte er in seiner Rede, die er im Herbst 1859 bei Einweihung des neuen Maschinenbaugebäudes und -Hörsaales gehalten hat: »... Es ist nicht eine Ueberhebung, eine eitle Ueberschätzung, wenn man sagt, die Mechanik sei die einzige vollendete Wissenschaft. Auch sie geht von Erfahrung aus; es sind die einfachsten Fundamentalthatsachen, welche das allgemeine Sein und Wirken der Stoffe und Naturkräfte charakterisiren . . . Ausser diesen fundamentalen Erfahrungssätzen ist an der Mechanik Nichts von Erfahrung; sie baut sich durch reines Denken auf, und hat es darin zu einem Abschluss gebracht. Sie ist durch lauterer Denken zu einer grösseren Anzahl von allgemeinen Principien, oder eigentlich Folgesätzen gelangt, . . . zu alles umfassenden Principien, die vollständig ausreichen, um jedes mechanische Problem, betreffe es einen Himmelskörper, einen irdischen Naturkörper oder eine von Menschen hergestellte Maschine in Angriff nehmen zu können . . .; und dadurch steht die Mechanik in rein formeller Hinsicht höher als jede andere Wissenschaft.«

Dass ein Mann, ein Lehrer, mit solchen Grundsätzen, mit solcher Ueberzeugung, nicht unwissenschaftlich lehren konnte, ist ebenso selbstverständlich, als dass er das Lehrgebäude für den Gegenstand des Studiums seines Lebens, für das Maschinenwesen, nicht anders als auf vollendet wissenschaftlicher Grundlage aufrichten konnte. Darum danken wir ihm die wissenschaftliche Begründung des heutigen rationellen Maschinenbaues, darum wurde er mit Begeisterung verehrt von Tausenden von dankbaren Schülern, darum feierte ihn schon bei seinen Lebzeiten die gesammte gleichzeitige technische Welt als Vater der Maschinenwissenschaft, darum endlich wird er nicht allein bei seinen ehemaligen Schülern, sondern bei allen, die sich diesem herrlichen Berufe gewidmet haben und je widmen werden, als erster Vertreter desselben fortleben in dankbarer Erinnerung.

Wenn einst die Culturgeschichte in ihren unvergänglichen Büchern verzeichnet, was die Menschen in diesem Jahrhundert in der Erkenntniss und Bewältigung der Naturgewalten geleistet haben, so wird sie unter den Pionieren der technischen Wissenschaft Ferdinand Redtenbacher jederzeit als einen der Ersten nennen, denn »wer den Besten seiner Zeit genug gethan, der hat gelebt für alle Zeiten«.

