

Die Stellung des Herrn Reuleaux zu den technischen Wissenschaften.

Die von mir veröffentlichte Arbeit „Schnellbetrieb“ giebt einige Rechenschaft über meine Ingenieurthätigkeit im letzten Jahrzehnt. In solcher Thätigkeit erblicke ich zugleich das wahre Lebenselement eines fruchtbaren Unterrichts. Die technischen Wissenschaften haben sich in solcher Vertiefung entwickelt, die vielfachen Bedingungen der Praxis sind so schwierig verantwortlich zu erfüllen, dass meiner Ansicht nach nur derjenige, der ununterbrochen mit der schaffenden Praxis in unmittelbarer, wenn möglich in verantwortlicher Beziehung bleibt, grössere Gebiete eines Faches beherrschen, Fachwissenschaft überhaupt lehren kann.

Deshalb habe ich diese Ingenieurthätigkeit auch in der schwierigsten Zeit, wo meine Arbeitskraft durch den Unterricht und den Kampf für die Ausgestaltung der Hochschule übermässig in Anspruch genommen war, fortgeführt und absichtlich auch stets auf das Ausland ausgedehnt. Auf sie muss ich auch allen Erfolg im Unterrichte zurückführen.

Fast alle technischen Hochschulen verfolgen jetzt die gleiche Richtung, indem sie wissenschaftlich gebildete und praktisch erfahrene Ingenieure als Lehrer der Fachwissenschaften berufen, und es wird die Zeit kommen, wo auch von den Vertretern der Hilfs- und Grundwissenschaften technische Bildung gefordert werden wird.

Darin erblicke ich nur eine naturgemässe Entwicklung, kein „System“, keine „Schule“, die sich unter irgend welchem persönlichen Einflusse bildet und erhält. Es giebt eben nur einen richtigen Weg: die Anwendung der Naturerkenntniss für die Bedürfnisse der Technik, die vielseitige Behandlung der technisch-wissenschaftlichen Fragen anstelle der früher herrschenden einseitig theoretischen; wer die Personen sind, die ihn betreten, ist nebensächlich. Dass diese Richtung an der Technischen Hochschule zu Berlin erst nach längerem Kampfe durchdrang, ist eine an sich belanglose Episode in dem nothwendigen Entwicklungsgange.

Herr Geheimrath Professor Reuleaux hat es für gut befunden, in einem Zeitungsartikel die Richtung, die ich eben kennzeichnete, anzugreifen und ihr eine niedrigere Stufe in der Wissenschaftsbehandlung zuzuweisen. Da insbesondere meine Ingenieurthätigkeit die Grundlage des Angriffs bildet, so halte ich mich für verpflichtet und berechtigt, ihn abzuwehren.

Herr Reuleaux bespricht die Frage der technischen Doktorwürde für die meisten Abtheilungen der Hochschule in günstigem Sinne; er unterscheidet jedoch drei Stufen des technischen Unterrichts und stellt als deren Merkmale auf:

die Regel für die unteren Schulen, das Vorbild für die mittleren gewerblichen Schulen, das wissenschaftliche Gesetz für die Hochschulen.

Darauf führt er wörtlich das Folgende aus:

„Betreffend die Verleihung des Promotionsrechtes an die Maschinenbau-Abtheilungen ist nun etwas geschehen, was dieser Verleihung hindernd im Wege steht, ja, wie mir scheint, sie unthunlich macht. Es ist, dass man das Unterrichtsverfahren von ehemals aufgegeben und dafür das des sogenannten Meister-Ateliers eingeführt hat. Die Maschinenbau-Abtheilung der hiesigen Technischen Hochschule ist — abgesehen von der selbständig gebliebenen Elektrik — ein grosses, ja grossartiges Atelier mit Vorbereitungen. An seiner Spitze

steht ein Mann von grossen Gaben und bewährter technischer Tüchtigkeit. Er ist umgeben von einer Schaar von Assistenten, die er erzogen und die mit ihm und für ihn die, auf kaufmännische Bestellung an Fabrikanten, Gesellschaften, Verwaltungen u. s. w. zu liefernden Entwürfe ausarbeiten, die dann sofort zur praktischen Ausführung gelangen. Mit fester Hand ist der Unterricht an der Abtheilung für diese Atelierthätigkeit geordnet. Das Zeichenverfahren ist fest geregelt; die Zeichnungen verschiedener Studirenden fallen so gleichmässig nach Manier, Darstellungsweise und Ausführung aus, dass es fast ganz unmöglich ist, ex ungue auf den Verfasser zu schliessen. Es ist erstaunlich, wie weit diese feste Schulung gelingt gegenüber dem älteren, freien Verfahren, bei dem Begabung, Auffassung, Verständniss und Richtung des einzelnen Jüngers in seinen zeichnerischen Arbeiten zum Ausdruck kamen. Die hervorragende Tüchtigkeit des Meisters und seine Arbeiten, d. h. Entwürfe dienen als Vorbilder. Das ist das Wesen, der innerste Inhalt dieser Unterrichtsweise des Meister-Ateliers; ganz so wie einzelne Maler der grossen Blüthezeiten Schüler erzogen, die bis zum Verwechseln (!) ihre Manier erlernten.

„Diese Meisterschaft des Leiters lässt sich aber nicht wissenschaftlich lehren, docere kann man sie nicht; aus jenen einfachen Grund- und Anfangssätzen lässt sie sich nicht logisch entwickeln, weil diese Meisterschaft persönlich ist; einen „Doktor“ derselben kann man nicht ausbilden, weil sie der Persönlichkeit des Meisters allein angehört. Drum glaube ich, kann man bei aller Liebe sich nicht dahin erklären, dass das Promotionsrecht auf Grundlage des nun gehandhabten Unterrichtsverfahrens passe. Es ist die oben besprochene Stufe des „Vorbildes“, allerdings gesteigert durch die Beachtung aller inzwischen gemachten Fortschritte, die im Meister-Atelier ihre Erfolge aufweist.“

„Das Berliner Beispiel hat durch Deutschland gewirkt; man hat an mehreren Stellen — denn nicht überall findet sich der Meister — versucht, die technische Vorbildstufe in die vorderste Linie zu rücken. Nicht gerade unter vollem Beifall der Lehrerkollegien. Dies zeigte sich u. A. bei dem im Mai d. J. gefeierten Fest der Karlsruher technischen Hochschule. In der Festrede sagte Rektor Engler: ‚Es ist deshalb auch nicht zu verstehen, wie man in neuester Zeit von mancher Seite gemeint hat, die technischen Hochschulen müssten auf die eigentlich wissenschaftliche Forschungsarbeit verzichten und sich auf die praktische Nutzenanwendung beschränken. Gewiss werden sich die technischen Hochschulen mit der praktischen Verwerthung der Resultate der Wissenschaft zu befassen haben, gerade so gut, wie dies in den medizinischen Fakultäten und auch noch an anderen Fakultäten der Universität geschieht. Aber die technischen Hochschulen werden ausserdem auch Stätten wissenschaftlicher Arbeit sein, oder sie werden aufhören, Hochschulen zu sein.‘ Aehnlich wie der ausgezeichnete Gelehrte, der diese Worte der Sorge und des Bedenkens aussprach, denken auch noch andere.“

Inzwischen hat sich Herr Reuleaux schon die Berichtigung des Rektors der Karlsruher Hochschule zugezogen, dass sich dessen Aeusserungen in keiner Weise gegen den bemängelten Unterricht und ebensowenig gegen das Promotionsrecht der Hochschulen verwerthen lassen.

Für Kenner der Verhältnisse bedarf dieser Zeitungsartikel keiner Widerlegung. Aussenstehende könnten aber in den Kategorien Reuleaux's etwas Berechtigtes finden, deshalb ist eine Widerlegung nothwendig.

Zunächst sind die Reuleaux'schen Kategorien: Regel, Vorbild und Gesetz, denen zu liebe er allen Fortschritt im Hochschulunterricht auf die zweite Stufe stellt, in ihrem ganzen Wesen falsch.

Was ist ein „Vorbild“? etwa der Gegenstand blosser Nachahmung? Dann steht diese Kategorie viel tiefer als die „Regel“, die unterste Stufe. Oder Anleitung und Anregung zu selbständiger Arbeit? Dann ist die Anwendung des „Gesetzes“ nicht ausgeschlossen, dann steht das Vorbild auf der obersten Stufe.

„Gesetz“ ist nur das allgemein Giltige. Wo bleibt aber die Kategorie für die verantwortlich richtige Anwendung der „Gesetze“ gegenüber der Vielheit praktischer Bedingungen, wo für die Fälle, in denen das „Gesetz“ nicht genau bekannt ist, wo wir uns ihm nur zu nähern bestrebt sind? Darin liegt bekanntlich die Hauptschwierigkeit der technischen Wissenschaften. Müssen die auch in das untere Fach, oder sind sie im oberen zu dulden oder sind sie nicht vielmehr noch höher zu stellen, als das, was mit dem „Gesetz“ erledigt werden kann?

Es ist heute nicht mehr zulässig, in Konstruktionslehren wie vor 40 Jahren von einfachen „Spannungen“ und vom „grossen Gesetz der Proportionalität“ auszugehen und daraus

Rechnungen abzuleiten. Leuchtende „Vorbilder“ haben diese willkürlichen Annahmen längst erschüttert. Das grosse „Gesetz“ ist gar nicht vorhanden; mit der Deduktion aus dem grossen, schönen, aber leider nicht wahren Gesetz ist es daher ein für allemal vorbei. Die „Vorbilder“ des wissenschaftlich richtigen Denkens haben nicht bloss durch ganz Deutschland, sondern überall mächtig gewirkt, und heute trauen verständige Ingenieure einem „Gesetz“, auch wenn es in der 4. Auflage eines Werkes sich finden sollte, nur dann, wenn es unter den verschiedenartigsten Bedingungen als solches erwiesen ist. In der technischen Welt gilt jetzt der Grundsatz: Nur das wirkliche Verhalten der Konstruktionsmaterialien ist massgebend, nur die wirklichen Vorgänge gegenüber den vielfältigen, gleichzeitig auftretenden Ursachen sind entscheidend. Zahlreiche Männer der Wissenschaft und der Praxis sind an der Arbeit, dieses wirkliche Verhalten wissenschaftlich zu ergründen und womöglich in ein Gesetz zu bringen, oder die blossen Thatsachen festzustellen, wo Allgemeingiltiges noch nicht ausgesprochen werden kann. Diesen „Vorbildern“ ist es zu danken, dass sogenannte „Gesetze“ aus der Zeit der ersten schüchternen Versuche, das Maschinenwesen wissenschaftlich zu behandeln, und die daraus abgeleiteten Deduktionen werthlos geworden sind; dass heute nicht mehr wie damals nur das als „wissenschaftlich“ gilt, was sich bequem mathematisch oder in einfacher Deduktion aus Annahmen ableiten lässt.

1892 beantragte ich an der Berliner Hochschule als ersten Schritt auf der neuen Bahn, dass die grosse vorzüglich eingerichtete Versuchsanstalt, die bisher nur als Materialprüfungsanstalt thätig war, auch für Unterrichtszwecke nutzbar gemacht werde durch Einführung einer besonderen Vorlesung über Materialkunde, verbunden mit Uebungen in der Versuchsanstalt. Die Neuerung fand jedoch Widerspruch, der in der glaubensstarken Behauptung gipfelte: „Wenn die Studirenden einmal durch eigene Versuche und Beobachtungen sehen, dass die grossen theoretischen Sätze und die Praxis nicht übereinstimmen, dann glauben sie nichts mehr, dann geht der Unterricht zu grunde.“

Trotz dieses Widerspruchs wurde die Neuerung eingeführt, richtiger: die bisherige Lücke im Unterricht ausgefüllt. Die Studirenden können sich nunmehr selbst vom wirklichen Verhalten der Materialien überzeugen, sie brauchen nichts zu glauben, sondern müssen lernen, die Natur selbst zu verstehen und ihr Wirken richtig zu beobachten. In den folgenden Jahren wurden dann alle Laboratorien der Hochschule ausgestaltet und ein grosses Maschinen-Laboratorium neu geschaffen, und seitdem herrscht an der Hochschule, bei beträchtlicher Kürzung der Vorlesungen, die wissenschaftliche Beobachtung, die Forschung, die Erkenntniss des Wirklichen als Grundlage aller fachwissenschaftlichen Erkenntniss und technischen Anwendung.

Die allerdings sehr einfachen „Gesetze“ der früheren Zeit sind verschwunden, weil sie unrichtig sind, an ihre Stelle ist die wissenschaftliche Erfassung der Vielheit der Bedingungen getreten, und nunmehr blüht reges Leben auf dem einzig richtigen Boden des wissenschaftlichen Versuchs, auf dem Boden der Wirklichkeit.

Im Konstruktionsunterricht, den ich als „Vorbild“ auch entwerthet haben soll, fand ich beim Antritt meiner Thätigkeit an der Berliner Hochschule ein „Maschinenzeichnen“ vor, in welchem romanische Kapitäle, Stopfbüchsen und Schubstangen unmöglicher Bauart nach Vorlagen, „Vorbildern“ schlechtesten Art, abgezeichnet wurden; die Zeichnungen wurden dann mühsam mit Schlagschatten und Komplementärfarben abgetuscht. In den Uebungen in den „Maschinenelementen“ wurden dann nach Reuleaux's Vorbildern im „Konstrukteur“, den jeder Studirende neben sich beim Reissbrett haben musste, und nach seinen „Gesetzen“ Maschinenteile „berechnet“, d. h. auf grund einer Annahme, z. B. einer einzigen statischen Kraftwirkung, die einzelnen Abmessungen ermittelt. Die so entstandenen Maschinenteile waren allerdings nicht ausführbar und entsprachen keinem praktischen Zwecke; ebensowenig aber den vielfältigen wissenschaftlichen Forderungen.

Die Zweckbestimmung der Maschinentheile, die Ausführbarkeit, die Benutzung bestimmter Werkzeuge, die Forderung richtiger Masszahlen und alles was sonst die Praxis von den Maschinentheilen verlangt, damit sie ihren Daseinszweck erfüllen, blieb als nicht an die Hochschule gehörig unberücksichtigt; das wurde als „Fabriksangelegenheit“ angesehen. Die Hochschule, so hiess es, habe nur die wissenschaftlichen Grundsätze zu lehren. Die Berücksichtigung der Ausführbarkeit, erklärte Herr Reuleaux wörtlich: „drückt die Hochschule tief herunter“.

Solche Auffassung ist aber unhaltbar, da die wissenschaftliche Technik sich mit der Anwendung der Erkenntniss befassen muss und unter Anwendung unmöglich bloss die einseitige Benutzung einzelner Lehrsätze, sondern die Berücksichtigung aller wissenschaftlichen und praktischen Bedingungen für den gegebenen Fall verstanden werden muss.

Meine „grossartigen“ Ateliers, von denen Herr Reuleaux spricht, spielten hierbei bisher keine erhebliche Rolle. Die Studirenden haben in ihnen nie mitgearbeitet. Auch haben meine Konstruktionen kaum als Vorbilder gedient, sondern wesentlich nur die Konstruktionen zahlreicher deutscher Fabriken, die mich in der entgegenkommendsten Weise unterstützten. Es ist nach meiner Ansicht auf technischem Gebiete richtiger, den Blick des Studirenden auf ausgeführte bewährte Konstruktionen zu lenken, als ihm den Glauben beizubringen, dass das, was er allein, ohne Erfahrung, oder gar irreführt durch „Gesetze“ und Verhältnisszahlen frei phantasirt, irgendwelchen Werth habe. Der Maschinenbau ist so wenig wie die Kunst oder die Medizin ohne Anschauung zu erlernen.

Wohl aber habe ich mein Konstruktionsbureau an der Hochschule kräftigst dazu benutzt, tüchtige, verantwortlich schaffende Assistenten heranzuziehen und festzuhalten, die den Studirenden nachhaltig den Geist wissenschaftlicher Vielseitigkeit und verantwortlichen Schaffens vermitteln. Ich hoffe jedoch, dass später auch in den technischen Wissenschaften die „Meister-Ateliers“ und ihr unmittelbarer Zusammenhang mit den Studirenden, wenigstens mit dem Theile der Studirenden, der noch vertieftere Ausbildung an der Hochschule sucht, Bedeutung erlangen werden. Vorläufig sind wir auf dieser Stufe noch nicht angelangt.

Die Anschauungen, die in dem erwähnten Zeitungsartikel zum Ausdruck gebracht sind, können durch einen Vergleich mit den medizinischen Wissenschaften auf ihre Richtigkeit geprüft werden. Man braucht sich nur einmal vorzustellen: in der Medizin wäre die Auffassung, dass die Berührung mit der Praxis die Hochschule erniedrige, nach vieljähriger Herrschaft durch eine neue, auf vielseitige Naturerkenntniss und Praxis sich stützende Richtung überwunden worden, und nun käme die alte Richtung und behauptete:

die medizinische Fakultät habe ihre wissenschaftliche Bedeutung verloren, sei unwürdig des „Doktors“, weil sie das Unterrichtssystem von ehemals und die „Gesetze“ aus der ersten Entwicklungszeit der Wissenschaft aufgegeben habe. Die Fakultät sei ein grosses, ja grossartiges Hospital geworden, in dem die Kliniker, umgeben von einer Schaar von Assistenten, die sie erzogen, die Kranken heilen. Die hervorragende Tüchtigkeit der Meister, ihre Arbeiten, ihre Diagnosen und Behandlungsweisen dienten als Vorbilder; die Meisterschaft der Leiter lasse sich aber nicht wissenschaftlich lehren, weil die Meisterschaft persönlich sei. Darum könne man bei aller Liebe sich nicht dafür erklären, dass der medizinischen Fakultät bei solchem Unterrichtsverfahren das Promotionsrecht gebühre; denn die Fakultät befinde sich auf der Stufe des „Vorbildes“, die eine niedere sei, wenn sie auch gehoben werde durch die Beachtung aller inzwischen gemachten Fortschritte, die in den Kliniken ihre Erfolge aufweisen! —

Völlig irrig ist es auch, anzunehmen, das „Berliner Beispiel“ habe durch ganz Deutschland gewirkt. Der Geist, der an der Berliner Hochschule erst vor 10 Jahren im Maschinenbau Einlass erhielt, ist auf fast allen anderen deutschen Hochschulen viel früher zur Geltung gekommen, insbesondere auf ihren beiden preussischen Schwesteranstalten Aachen und Hannover. Es ist daher ganz unrichtig, dass andere deutsche Hochschulen versucht hätten, das jetzige Lehr-

verfahren der Berliner Hochschule einzuführen. Dort war es längst lebendig; Berlin allein war bei seiner engbegrenzten, durch den seitherigen Fortschritt unhaltbar gewordenen Lehraufgabe verblieben. Es war die höchste Zeit, den Vorsprung der anderen Hochschulen einzuholen. Ich habe die Aufgabe, eine neue Richtung zur Geltung zu bringen, nicht gesucht und hatte persönlich keine Neigung, dem Rufe von Aachen nach Berlin, von der Stätte friedlichen Zusammenarbeitens nach dem Kampfplatze, zu folgen; nur die eindringliche Vorstellung der Unterrichtsverwaltung, um der guten Sache willen die Lücke im Berliner Unterricht auszufüllen, hat mich bewogen, die Stellung anzunehmen.

Da ich zu persönlicher Gégnerschaft oder irgendwelchen persönlichen Angriffen keinen Anlass hatte, sondern nur meiner wissenschaftlichen Ueberzeugung folgte, so ist mir die Erinnerung an die Zeit eines 7jährigen Bemühens für das Erstarken der neuen Richtung keine unangenehme. Da die Studirenden den höheren, vielseitigen Anforderungen stets Folge gaben, so kam, was kommen musste: die alten Formen und Vorbilder, die Systematik ohne Zusammenhang mit vertiefter Naturerkenntniss und Praxis verschwanden. Vier neue, wissenschaftlich und praktisch erfahrene, hochstehende Lehrkräfte wurden berufen, ein grosses Maschinen-Laboratorium entstand, ein neuer Lehrplan, der Uebertreibungen beseitigte und Lücken ausfüllte; die Uebungen nahmen einen grossen Aufschwung, die Zuhörerzahl vervierfachte sich, sodass die Abtheilung für Maschinen-Ingenieurwesen allein jetzt mehr Zuhörer hat als die meisten deutschen Universitäten in allen Fakultäten. In der ganzen Lehrer- und Studentenschaft herrscht der Geist wissenschaftlicher Naturerkenntniss und seiner Anwendung und die Rücksicht auf die vielseitigen Forderungen der Praxis.

Ich gehöre nicht zu denjenigen, die Reuleaux's Verdienste auf dem Gebiete der Kinematik bestreiten. Seine Zwanglaufslehre ist nach meiner Ueberzeugung ein unvergängliches Werk, dessen Werth, abgesehen von Uebertreibungen, in einer neuen Begriffsbildung liegt, die das Gemeingut aller Ingenieure geworden ist. Wäre Reuleaux bei der Kinematik geblieben und hätte er sein Bestreben, den ganzen Maschinenbau nur kinematisch zu betrachten, auf geistreiche litterarische Arbeiten beschränkt, ohne „Maschinenbau“ lehren zu wollen, dann wäre er heute noch hochangesehen, als Meister der Kinematik, der Nomenklatur und Systematik, als ein geistvoller, bedeutender Mann, der dem Ingenieurfach neuen philosophischen Inhalt gab und seine Anerkennung in weiten Kreisen förderte.

Herr Reuleaux hat aber das positivste aller Fächer, den Maschinenbau erwählt, in welchem jeder Theil, sobald sich die Maschine regt, sofort den Urheber jedes begangenen Fehlers zeigt; er hat in diesem grossen Fache nur der Bewegung Bedeutung beigemessen und ist der viel schwierigeren Kraft aus dem Wege gegangen. Darin liegt das Uebel. Die Kraft lässt sich ohne tiefe Naturerkenntniss nicht beherrschen, am wenigsten durch einige „Gesetze“ und Verhältnisszahlen.

Reuleaux's erstes maschinentechnisches Werk, die „Konstruktionslehre“, war eine Nachahmung Redtenbacher's; sein „Konstrukteur“ hingegen ist im Laufe der Zeit das geworden, was eben angedeutet wurde: die kinematische Behandlung der Maschinenelemente ohne genügende Rücksicht auf Kraft, Zweck und Mittel. Diese einseitige Behandlung hat Herr Reuleaux für Maschinenwissenschaft und Maschinenbau gehalten, dafür hat er gekämpft und leider auch unduldsam andere Richtungen beföhdet, die er als die nothwendige Ergänzung seiner Auffassung hätte willkommen heissen sollen. Nothwendigerweise musste die Richtung, welche alle massgebenden Faktoren der wissenschaftlichen Technik berücksichtigt, Siegerin bleiben und der Herrschaft der einseitigen Richtung Reuleaux's ein rasches Ende bereiten.

Berlin, Oktober 1899.

A. Riedler.