Schweizerisches Bundesblatt.

49. Jahrgang. I. Nr. 2. 13. Januar 1897.

Jahresabonnement (portofrei in der ganzen Schweiz): *5 Franken.*
Einrückungsgebühr per Zeile oder deren Raum 15 Rp. — Inserate franko an die Expedition.
Druck und Expedition der Buchdruckerei Stämpfli & Cie. in Bern.

Bericht

des

schweizerischen Schulrates betreffend das neue Maschinenlaboratorium für die mechanisch-technische Abteilung des eidgenössischen Polytechnikums.

(Vom 2. November 1896.)

(Vergl. Botschaft des Bundesrates vom 8. Juni 1896, Bundesbl. III, 483.)

I. Bedürfnisfrage und Bestrebungen anderer technischen Hochschulen.

Die ungeahnten Fortschritte der Maschinentechnik, mit ihrem aufs äußerste getriebenen Konkurrenzkampf, haben Verhältnisse geschaffen, die eine teilweise Reform auch in der Ausbildung des Maschineningenieurs notwendig machen.

Die Studienprogramme der meisten europäischen technischen Hochschulen, die unsrige eingeschlossen, richteten bisher ihr Hauptaugenmerk zunächst auf die Gewährleistung einer tüchtigen mathematischen Vorbildung; sodann, im eigentlichen Fachunterricht, auf die möglichste Entwicklung der zeichnerisch-konstruktiven Fertigkeit durch intensive Kultivierung der Konstruktionsübungen. Es ist dringend notwendig, daß diesen beiden, durch die Erfahrung in ihrer überaus großen Wichtigkeit, ja Unentbehrlichkeit bestätigten Unterrichtsmitteln ein Drittes: das Maschinenlaboratorium, hinzugefügt werde, um den Studierenden Gelegenheit zur Vornahme von Versuchen und Messungen an Kraft- und Arbeitsmaschinen der mechanischen Industrie zu bieten.

Es genügt heute nicht mehr, wenn der Techniker eine industrielle Anlage richtig projektiert und betriebssicher hergestellt hat; er

muß auch über die Wirtschaftlichkeit des Betriebes, und zwar vor allem bei den hier in Frage kommenden Motoren der Großindustrie, genauen Aufschluß zu geben und den erzielten Erfolg an der Ausführung nachzuweisen im stande sein. Kraftmaschinenanlagen mit Leistungen von mehreren tausend Pferden werden heute immer häufiger; in gleichem Maße mit ihrer Größe steigt auch die Wichtigkeit der Einhaltung des garantierten Gütegrades.

Auf dem Gebiete der kalorischen Maschinen sind der Dampfmaschine im Gas- und Petrolmotor lebensfähige Konkurrenten erwachsen, und jeder Tag kann neue Erfindungen bringen, die den ausübenden Techniker zur experimentalen Untersuchung, als der letzten Instanz in technischen Dingen, zwingen.

Die Elektrotechnik führt zu einer wachsenden Ausnützung der Wasserkräfte und stellt dem Turbinenkonstrukteur in der Größe der Anlagen und den besondern Betriebsbedingungen, welche die elektrische Beleuchtung mit sich bringt, neue, ungeahnte Probleme, bei denen wieder dem Versuch eine wichtige Rolle zufällt.

Aber auch die Kleinindustrie wendet sich immer mehr exakten Meßmethoden zu. So sehen wir in Deutschland die große physikalisch-technische Reichsanstalt ein namhaftes Arbeitsquantum auf die Untersuchung kleiner, als Marktware hergestellter Hebezeuge aufwenden.

Überall spielt neben der Solidität des Materials und der Herstellung, und neben der konstruktiven Durchbildung der Form, die Frage des Nutzeffektes, der zahlenmäßige Nachweis der Nutzarbeit, eine kardinale Rolle. Deshalb soll jedem Techniker das Messen und Wägen ebenso geläufig sein, wie die Behandlung der Rechnung oder die Führung des Stiftes am Zeichenbrett.

Der Einwand, daß der angestrebte Zweck durch Untersuchung ausgeführter Industrieanlagen erreicht werden könnte, ist nicht stichhaltig, weil

1. die Industrie sich die aus der großen Schülerzahl entspringende häufige Belästigung nicht gefallen lassen würde;
2. eine Auswahl der Aufgaben unmöglich ist, da die Umstände des Versuches dem Betriebe angepaßt werden müssen und jedes willkürliche Eingreifen eine nicht zu duldende Störung des letztern darstellen würde.

Hier kann nur ein Maschinenlaboratorium Abhülfe schaffen, welches, nach modernen Gesichtspunkten eingerichtet, dem Schüler Gelegenheit bietet, die wichtigsten Typen der Kraft- und Arbeitsmaschinen unter beliebig veränderten Betriebsbedingungen zu studieren und an ihnen messende Versuche vorzunehmen.

Ein solches Laboratorium gewährt weiter den nicht zu unterschätzenden Vorteil, daß wirkliche arbeitende Maschinen der Anschauung, der unmittelbaren Beobachtung auch des Anfängers, jederzeit zugänglich gemacht werden können und hierdurch das Mittel gewonnen wird, Raumvorstellung in unvergleichlich höherem Maße zu fördern, als dies je durch Skizzen und Wandtafeln möglich wäre. Die übergroße Mehrzahl unserer Studierenden hat die zu behandelnden Maschinen, wenn überhaupt, so nur flüchtig gesehen, und besitzt an der Schule keine Möglichkeit, diesem Mangel abzuhelfen. Besonders für diejenigen Studierenden, die nicht schon praktisch in Werkstätten gearbeitet haben, bildet die maschinelle Einrichtung des Laboratoriums eine höchst schätzenswerte Unterstützung auch des Konstruktionsunterrichtes.

Das Laboratorium gewährt schließlich dem Fachlehrer selbst die Gelegenheit, durch eigene Forschung dunkel gebliebene Gebiete seiner Fachwissenschaft aufzuhellen und Fragen zu untersuchen, welche auf maschinellem Gebiete Industrie und Technik stellen. Während einerseits, wie vielfältige Beispiele zeigen, die Industrie aus solchen Untersuchungen eminenten Nutzen schöpfen kann, erhalten dieselben anderseits den so notwendigen Kontakt zwischen Praxis und Lehrfach, und befruchten den Unterricht in einer dem Lehrer und dem Schüler gleich erwünschten vorteilhaften Weise.

Während die Elektrotechnik, die aufblühende Schwesterwissenschaft des Maschinenbaues, von Anbeginn an auf eine experimentale Schulung des Technikers das allergrößte Gewicht legte, und wohl zum großen Teile der Verbindung einer wissenschaftlichen Meßkunde mit den auf reicher Erfahrung beruhenden Konstruktionsmethoden des allgemeinen Maschinenbaues ihren erstaunlichen Aufschwung verdankt, haben die Fachschulen für Maschineningenieure in zu zähem Festhalten an dem Überlieferten, von wenigen rühmlichen Ausnahmen abgesehen, wenig oder nichts für die Ausbildung der maschinen-technischen Untersuchungsmethoden gethan.

Es bedurfte einer von außen kommenden Anregung, wie eine solche vor allem durch die columbische Ausstellung in Chicago geboten wurde, um die europäischen Unterrichtsverwaltungen zu einer Reformthätigkeit anzuspornen. Die große Ausdehnung, welche Laboratoriumsübungen an den amerikanischen Lehranstalten gegeben ist, hat den fast gänzlichen Mangel derselben bei den europäischen technischen Hochschulen in um so grelleres Licht gestellt und das allseitige Verlangen geweckt, diesem Übelstande abzuhelfen.

So hat denn der führende technische Verein Deutschlands: der Verein deutscher Ingenieure, in Gemeinschaft mit den angesehensten Fachlehrern der deutschen Hochschulen die energische

Förderung des Unterrichts durch Maschinen- oder wie sie neuerdings in Deutschland geheißen werden Ingenieurlaboratorien an die Hand genommen und der Angelegenheit bereits zu bedeutenden Erfolgen verholfen. Im preußischen Jahresetat sind nahmhafte Kredite für die Einrichtung, resp. Komplettierung von solchen Laboratorien in Berlin und Hannover bewilligt; ein gleiches Vorgehen ist dem Vernehmen nach in Dresden und Stuttgart zu erwarten. Die technische Hochschule in Darmstadt hat zweckmäßiger Weise die centrale Beleuchtungs- und Beheizungsstation ihres neuen großen Gebäudekomplexes zugleich zu einem großen Laboratorium ausgestaltet. In München gelang es der nach dieser Richtung bahnbrechenden Wirksamkeit von Prof. Schröter schon seit Jahren, ein ansehnliches Laboratorium zu schaffen und in Verbindung mit einer Centralanlage für elektrische Beleuchtung der Gebäude der technischen Hochschule weiter zu entwickeln.

An unserer technischen Hochschule war zwar schon bald nach ihrer Gründung der Grund zu einem Maschinenlaboratorium gelegt worden, mit einer Dampfmaschinenanlage und Einrichtungen für hydraulische Demonstrationen und Versuche; allein indem auch bei uns der Unterricht der Maschineningenieure eine Richtung nahm, bei welcher die Vorlesungen und die Arbeiten im Hör- und Zeichensaale ganz vorherrschten, gelangte die erste Anlage nicht zu weiterer Entwicklung. Inzwischen ist die Dampfmaschinenanlage veraltet, und der Anlauf, der in neuester Zeit mit zunehmender Erkenntnis der Notwendigkeit eines Maschinenlaboratoriums zur Erweiterung der vorhandenen Anlage gemacht worden ist, mußte sich aus Mangel an Raum und Mitteln auf die Beifügung eines Gas- und eines Petrolmotors beschränken. Der starke Zudrang der Studierenden zu den Übungen mit diesen Motoren beweist, wie sehr auch seitens der Studierenden für ihre Ausbildung das Bedürfnis nach einem Maschinenlaboratorium empfunden wird. Nicht weniger hat sich auch seitens der Maschineningenieure und -techniker des Landes die Anerkennung dieses Bedürfnisses kundgegeben durch mannigfache aus diesen Kreisen laut gewordene Anregungen und durch die begeisterte Aufnahme, welche an der Jubiläumsversammlung der Gesellschaft ehemaliger Studierender des Polytechnikums 1894 ein Vortrag von Prof. Dr. Ritter mit seinen auf die Einrichtung von Maschinenlaboratorien hinzielenden Ideen gefunden hat.

II. Die Einrichtung des Laboratoriums.

Das Laboratorium soll eine möglichst vollständige Zusammenstellung der hervorragendsten Typen moderner Kraftmaschinen,

sowie derjenigen Arbeitsmaschinen enthalten, die im Vortrage über allgemeinen Maschinenbau behandelt zu werden pflegen. Der Umstand, daß das Laboratorium mit einem Zeichensaalgebäude für die mechanisch-technische Abteilung verbunden werden soll, ermöglicht eine höchst erwünschte Erweiterung des Versuchsfeldes dadurch, daß die Heizung und Ventilation des neuen Gebäudes, verbunden mit einer elektrischen Beleuchtungsanlage, in die Reihe der Versuchsobjekte mit hineinbezogen werden.

Diese Vereinigung gewährt vor allem ökonomische Vorteile, die sonst in keiner Weise zu erreichen wären. Der für die Beheizung des Gebäudes notwendige Dampf würde nämlich zuerst eine Dampfmaschine passieren und hier unter Expansion eine Nutzarbeit verrichten, die zum Antrieb einer Dynamo, also zur Erzeugung von Licht benutzt werden kann. Da diese Arbeitsleistung den Wärmeinhalt des Dampfes nur um wenige Prozente verringert, kann sie praktisch als kostenlos angesehen werden, und die Ausgaben für die Beleuchtung finden sich dabei nach den Ausgaben für die erste Anschaffung der Dynamo und die Installation auf ein Minimum reduziert. Im Winter dürften der Licht- und Wärmebedarf einander ziemlich proportional sein; im Sommer würde die Arbeitsleistung der Motoren entsprechend reduziert werden.

Für das neue Schulgebäude nebst Maschinenlaboratorium ist an andere Beleuchtung als elektrische von vorneherein kaum zu denken; für die bisherigen Schulgebäude, besonders das Hauptgebäude, macht sich die Notwendigkeit der Einführung elektrischer Beleuchtung je länger je mehr geltend; die bisherige Gasbeleuchtung war stets ungenügend, besonders für die Zeichensäle, und fällt immer mehr ab gegenüber der ringsum in öffentlichen und privaten Gebäuden aller Art sich verbreitenden elektrischen Beleuchtung; wohl hat man durch Einführung von Gasglühlicht die Gasbeleuchtung zu verbessern gesucht, aber dies bleibt bloßes Flickwerk.

Mittelst der Dampfkessel und Dampfmotoren aber, die im Maschinenlaboratorium für Heizungen, Übungen und Versuche ohnehin gebraucht werden, vermag Elektricität genug erzeugt zu werden, um nicht nur das neue Gebäude selbst nebst Laboratorium, sondern auch noch das Hauptgebäude des Polytechnikums nebst übrigen zunächst umliegenden Gebäuden der Schule elektrisch zu beleuchten, ohne daß dafür anderer, besonderer Aufwand als solcher an Kohlen gemacht werden muß. Dieser besondere Aufwand vermindert sich noch dadurch, daß zum Teil der Dampf, der für Heizung erzeugt werden muß, zuerst zum Betrieb der Dampfmotoren verwendet oder die für Übungen und Versuche in Gang gesetzten Dampfmotoren, nebenbei die Dynamo für die elektrische Beleuchtung

treiben gelassen werden können. So wird es möglich, vom Maschinenlaboratorium aus den ganzen Komplex von Schulgebäuden elektrisch zu beleuchten, und zwar billiger, als dies nach den vom Elektricitätswerk Zürich gemachten Anerbieten durch dieses oder sonst von anderer Seite her geschehen könnte.

Es empfiehlt sich daher in hohem Maße, das Maschinenlaboratorium in gleicher Weise, wie es bereits bei andern technischen Hochschulen, wie München, Darmstadt, geschehen ist, auch bei uns zugleich als elektrische Centralanlage für die Beleuchtung des ganzen Komplexes von Schulgebäuden, mit Ausnahme allenfalls des abgelegenen Physikgebäudes, einzurichten. Mit der Einrichtung als elektrische Centrale gestaltet sich das Laboratorium zugleich zu einem wichtigen und unentbehrlichen Unterrichtsmittel für die Gebiete der elektrischen Maschinen und Centralanlagen.

Für das Laboratorium ergiebt sich weiter noch der große Vorteil, daß die Motorenanlage desselben sich in stetem und zwar mit Verantwortung verbundenen Betriebe befinden kann, was für Erhaltung guter Disciplin bei der dienstthuenden Mannschaft von großem Werte ist.

An dieser Stelle muß hervorgehoben werden, daß auch, wenn von der Einrichtung einer elektrischen Centralanlage für die Beleuchtung der verschiedenen Schulgebäude abgesehen würde, die zum Laboratorium gehörenden wichtigsten Dampfmotoren immerhin doch für eine Leistung von 50 und 100 Pferden ausgeführt werden müßten, einerseits um einen Vergleich mit dem Verhalten kleinerer Motoren zu ermöglichen, anderseits weil die Durchführung vieler Betriebsarten, z. B. die Anwendung mehrstufiger Expansion, bei zu kleinen Motoren praktisch unbrauchbare Resultate ergeben und in eine Spielerei ausarten würde.

An die Frage der Einrichtung des Laboratoriums als elektrische Centralanlage reiht sich die weitere Frage der Einrichtung als Centralheizungsanlage für mehrere Gebäude an. Ohne die sonst gegebene Dampfkesselanlage erweitern zu müssen, ließen sich von dieser aus wenigstens die nächstgelegenen Gebäude der forst- und landwirtschaftlichen Schule und der Materialprüfungsanstalt billiger und mit weniger Umständen mit Dampf beheizen, als es bis jetzt für jedes dieser Gebäude durch eine besondere Dampfheizung geschieht. Das Maschinenlaboratorium selbst gewänne dabei noch mehr Dampf, den es vorerst zum Betriebe der Dampfmotoren verwenden könnte.

Den Hauptrichtungen des Maschinenbaues entsprechend soll die detaillierte Ausstattung und Einrichtung des Laboratoriums getrennt angeführt werden für die kalorische, die hydraulische und

die elektrische Abteilung. Dazu kommen dann noch als allgemeine Teile die notwendigen Transmissionen, Kranen, Röhrenleitungen und schließlich die Meßvorrichtungen.

A. Die kalorische Abteilung.

a. Dampfmotoren und Zubehör.

1. Eine horizontale Dreifach-Expansiondampfmaschine von 120 HP. Leistung, mit drei auf getrennte Kurbeln wirkenden Dampfcylindern und drei verschiedenen, die wichtigsten Typen repräsentierenden Steuerungen. Die Maschine muß zum Arbeiten mit ein-, zwei- oder dreistufiger Expansion, und zwar mit oder ohne Kondensation, und mit oder ohne Benutzung der Dampfmäntel eingerichtet sein. Durch Anordnung von Kurbelscheiben mit vielfachen Zapfenbohrungen muß eine willkürliche Veränderung der Kurbelfolge, eventuell (unter Austausch der Kolben) auch eine solche des Hubes möglich sein. Die Maschine treibt auf eine nach Bedarf ein- und ausrückbare Seilscheibe der Haupttransmission und ist außerdem mit einem als Bremsscheibe benutzbaren zweiten Schwungrade versehen.

2. Eine vertikale Zweifach-Compound-Dampfmaschine von 40 HP. normaler Leistung, steigerungsfähig bis 100 HP., mit Achsenregulator und Kolbenschieber, um das Verhalten dieser neuerdings so beliebt gewordenen Regulierungsart studieren zu können, zugleich als Reservemotor für die elektrische Beleuchtung dienend.

3. Eine vertikale, schnelllaufende Maschine von cirka 10 Pferdekräften als Typus schnelllaufender Maschinen.

4. Eine Lavalsche Dampfturbine (kleine Nummer), bei der bekanntlich die lebendige Kraft des ausströmenden Dampfes direkt in mechanische Arbeit umgewandelt wird.

5. Eine Oberflächenkondensation mit Dampfluftpumpe, als Centralanlage für alle vorbenannten Dampfmotoren gedacht.

6. Ein Strahlkondensator, in Hinsicht auf die zunehmende Anwendung dieser Art Kondensatoren bei Schiffsmaschinen.

7. Eine Worthington-Pumpe, als Cirkulationspumpe für die Kondensation, zugleich Vertreterin der direkt wirkenden Dampfpumpen ohne Hülfsrotation, nebst einem Pulsometer, kleiner Nummer, als Demonstrationsobjekt.

8. Eine Verdunstungskühlanlage, einerseits als Versuchsobjekt, sodann um die zur Kondensation notwendige beträchtliche Wassermenge nicht dem städtischen Leitungsnetz entnehmen zu müssen.

b. Dampfkessel und Zubehör.

9. Ein horizontaler Flammrohrkessel mit Vorwärmern, von 30—40 m^2 Heizfläche, für 12 Atmosphären Druck.

10. Ein horizontaler Siederohrkessel mit Flammrohr, von cirka 70 m^2 Heizfläche, für 12 Atmosphären Druck.

11. Ein horizontaler Wasserröhrenkessel, insbesondere als Versuchsobjekt für die mit diesem System leicht zu erzielenden hohen Spannungen bis zu 20 Atmosphären.

12. Ein kleiner vertikaler Kessel der Fielöschen oder der Feuerspritzentype, um die kleinen Motoren unabhängig mit Dampf versehen zu können.

13. Ein Schwörerscher Überhitzer in Verbindung mit dem Siederohrkessel, zum Ausschalten eingerichtet.

14. Zwei kleine Dampfpumpen zur Kesselspeisung.

15. Zwei Injektoren zur Kesselspeisung.

16. Einrichtung für Petroleumfeuerung an einem der Dampfkessel.

17. Einrichtung für Kohlenstaubfeuerung mit besonderer Kohlenmühle.

18. Mechanische Rostbeschickung, System Whitaker oder verwandtes System.

19. Feuerung mit Unterwindgebläse.

20. Zugregulator, Speiserufer etc.

c. Gas- und Petrolmotoren mit Zubehör.

Ein Generatorgasmotor von 40—50 HP. auf die Haupttransmission treibend, mit Gasgeneratoranlage, wäre zwar sehr am Platze als Demonstrations- und Versuchsgegenstand und, weil billiger als ein Dampfmotor arbeitend, sehr dienlich zum Antriebe der Dynamos für elektrische Beleuchtung zur Zeit, wo nicht geheizt wird. Allein die Kosten des Motors nebst Gasgenerator gehen hoch, und die ganze Anlage ist ziemlich umständlich; auch ist bei den Anstrengungen, die überall gemacht werden, die Gasmotoren zu vervollkommnen, nicht sicher, ob nicht schon die nächste Zeit

mit neuen Konstruktionen die derzeitigen aus dem Felde schlagen wird. Es erscheint daher besser, zur Zeit auf einen Generatorgasmotor mit Gasgenerator zu verzichten und abzuwarten, ob und was die nächsten Jahre neues in größern Gasmotoren bringen werden.

21. Ein Gasmotor für Leuchtgasbetrieb von cirka 5 HP.

22. Ein Petrolmotor von cirka 5 HP.

23. Gasuhren und Luftmesser zu den vorbenannten Motoren.

d. Rohrleitungen.

Zur Verbindung der Dampfkessel, Dampfmotoren, Kondensatoren und Pumpen bedarf es eines ausgedehnten Rohrleitungsnetzes, das sich bei der ziemlich großen Zahl zu verbindender Teile um so komplizierter und damit auch für seine Ausführung kostspieliger gestaltet, als für Demonstrationen und Versuche die Möglichkeit mannigfachster Kombinationen geboten werden soll. So muß z. B. verlangt werden, daß ein beliebiger der Hauptkessel auf einem beliebigen Motor arbeiten und dieser selbst wieder nach Belieben auf die Oberflächen-, oder auf die Strahlkondensation, oder auf freien Auspuff, oder auf Heizung geschaltet werden könne. Die beiliegenden Pläne der Einrichtung des Laboratoriums mögen eine Vorstellung geben von der Vielfältigkeit der anzuordnenden Verbindungen.

B. Hydraulische Abteilung nebst Luftkompressoren.

Ein Erfolg versprechender Betrieb dieser Abteilung ist durchaus an die Möglichkeit gebunden, eine konstante Wasserpressung von beliebig zu fixierender Höhe zu erzeugen. Der Anschluß an die städtische Leitung ist bei dem fortwährend wechselnden Druck in derselben vollkommen ausgeschlossen, ganz abgesehen von den großen Kosten, die ein Wasserbezug aus dieser Quelle nach sich ziehen würde. Man muß demnach als Existenzbedingung dieser Abteilung an erster Stelle anführen:

Einen Wasserturm mit einem mindestens 40 m. über dem Flurniveau des Laboratoriums gelegenen Hochreservoir und mit entsprechenden Überfällen versehener Zu- und Ableitung, damit die Druckhöhe in Intervallen von etwa 5 zu 5 m. variiert werden könne. Das verbrauchte Wasser würde dem Behälter durch Pumpen wieder zugehoben und brauchte nicht erneuert zu werden.

Neben einem solchen Hochdruckreservoir ist noch ein Niederdruckreservoir für große Wassermengen und kleines, etwa 5 m. betragendes Gefälle erforderlich, in einem verfügbaren Souterrainlokal des Zeichensaalgebäudes untergebracht.

Die übrige Einrichtung der hydraulischen Abteilung hätte dann, mit Einschluß der Kompressoren und Ventilatoren, zu umfassen:

24. Eine Niederdruckturbine von cirka 800 mm. Durchmesser, mit einer Anzahl auswechselbarer Leit- und Laufräder, Saugrohr etc.

25. Eine Hochdruckturbine (Löffelrad) mit Specialeinrichtungen, um die Theorie der Regulierung an derselben vordemonstrieren zu können. Dieselbe wäre also insbesondere mit auswechselbaren hydraulischen und mechanischen Servo-Motorregulatoren, ferner mit Schwungrädern variabler Größe und einem Windkessel zu versehen. Vor allem aber gehört hierher:

Eine 200 m. lange ausschaltbare Druckleitung zur Veranschaulichung der Masseneinwirkung des Leitungsinhaltes auf die Regulierung. Diese Leitung würde auch zu Messungen von Kraftübertragungen mittelst Druckluft, sowie zur Untersuchung des Spannungsabfalles in langen Dampfleitungen dienen.

26. Eine Girard-Hochdruckturbine mit Schieberregulierung.

27. Einen Bremsregulator zu den verschiedenen Turbinen; derselbe hat zugleich für die elektrische Abteilung zu dienen als Regulator zur Konstanterhaltung der Dampfmaschinenleistung bei veränderlicher Kraftabgabe der Dampfmotoren im Betriebe der elektrischen Beleuchtung.

28. Eine Zwillingspumpe, von der Haupttransmission angetrieben, mit auswechselbaren Ventilen verschiedener Systeme, insbesondere auch mit einer Einrichtung zur zwangsweisen Bewegung (Steuerung) der Ventile.

Die Pumpe soll wenigstens 4 m^3 Wasser in der Minute zu liefern im stande sein, um unter Zuhülfenahme der Strahlapparate die für die Niederdruckturbine erforderliche große Menge Aufschlagwasser erhalten zu können, ohne die städtische Wasserversorgung mit ihrem teuren Wasser in Anspruch nehmen zu müssen.

29. Einen Hauptdruckwindkessel sowohl für die Pumpen als für die unter Ziffer 25 erwähnte Druckleitung.

30. Eine Centrifugalpumpe.

31. Einen Luftkompressor mit Kraftübertragung durch Druckluft.

32. Einen Centrifugalventilator.

33. Eine Auswahl hydraulischer Strahlapparate, welche bei Versuchen an der Niederdruckturbine mittelst des zu Gebote stehenden Preßwassers aus dem Hochdruckbehälter eine große Wassermenge dem Niederdruckreservoir zuheben sollen.

Auch die hydraulische Abteilung erfordert, wie die kalorische, ein großes kompliziertes Rohrleitungsnetz zur Verbindung der verschiedenen Wasserreservoire, Turbinen und Pumpen untereinander, das ebenfalls für mannigfache Kombinationen in der Verbindung der verschiedenen Teile eingerichtet sein soll; bei der erheblichen Zahl der zu verbindenden Teile und der großen Ausdehnung der Leitungen und der zum Teil großen Weite der Leitungen ergiebt sich unvermeidlich eine ziemlich kostspielige Anlage.

C. Elektrische Abteilung.

Die Zahl der für die Beleuchtung der verschiedenen Gebäude der polytechnischen Schule, mit Ausnahme des Physikgebäudes und der Sternwarte, erforderlichen Lampen läßt sich, auf Lampen von 16 Normalkerzenstärke reduziert, annehmen zu:

700 für das Hauptgebäude,
175 für das Chemiegebäude,
75 für die forst- und landwirtschaftliche Schule,
75 für die Materialprüfungsanstalt,
175 für die Maschinenlaboratorien, nebst sich anschließendem Schulgebäude.

1200 im ganzen.

Bei 11,4 Lampen pro 1 HP. ergiebt sich für 1200 gleichzeitig brennende Lampen ein größter Kraftbedarf von . . . 105 HP.
Rechnet man dazu noch für Kraftübertragung . . . . 15 „

so muß der Dampfmotor im Maximum . . . . . 120 HP. zu leisten im stande sein.

Die vorgeschlagene horizontale, dreifache Expansionsdampfmaschine ist stark genug, um bei etwas starker Füllung diese Leistung zu ergeben, Übrigens kann es sich nur um einen kleinen Bruchteil der ganzen Beleuchtungszeit handeln, während dessen fast alle Lampen gleichzeitig brennen werden; während des größten Teils dieser Zeit wird von dieser Dampfmaschine keine größere Leistung als höchstens 50 HP. verlangt werden müssen, so daß um so eher im Notfalle auch die kleinere vertikale Dampfmaschine, die zur Ausrüstung des Laboratoriums vorgesehen ist und sich

übrigens auch bis zu einer Leistung von gegen 100 HP. forcieren läßt, die große horizontale Maschine wird ersetzen können. Zur Deckung des Lichtbedarfes über Nacht, Samstag abend und Sonntags empfiehlt sich die Anschaffung einer kleinen Accumulatorbatterie von etwa 150 Ampèrestunden Kapacität, zu deren jeweiligen Ladung über Tag der für Heizung erzeugte Dampf sich nutzbar machen läßt.

Die Bedenken, daß der direkte Antrieb der Dynamo mit stark wechselndem Kraftbedarfe gleichzeitige Versuche mit den Dampfmotoren beeinträchtigen könnte, werden gehoben, indem man die Hauptwelle auf einen Bremsregulator wirken läßt, wozu sich der bei der hydraulischen Abteilung bereits vorgesehene Bremsregulator benützen läßt; es kann in diesem Falle der Regulator des Dampfmotors festgestellt werden und der Motor mit absolut konstanter Leistung laufen; den Ausgleich besorgt eben der Bremsregulator.

Es werden zwei Dynamos (eine als Reserve) aufzustellen sein; auch ist elektrischer Antrieb sowohl der Krane als der kleineren Arbeitsmaschinen (Ventilatoren, Drehbänke) vorzusehen. Daß all diese Objekte ebenfalls zu Versuchszwecken ausgenützt werden müssen, erscheint selbstverständlich; es folgt dabei hieraus, daß die Maschinen wohl für Gleichstrom gebaut, indessen auch zur Entnahme von Drehstrom eingerichtet sein müssen. Es bietet sich dann die Gelegenheit, für die Centrifugalpumpe oder auf die Haupttransmission selbst eine elektrische Kraftübertragung anzuordnen. Die Einrichtung der ganzen Abteilung hätte zu bestehen aus:

34. Einer Dynamomaschine von 120 HP. Leistung und 600 Umdrehungen mit Riemenantrieb von der Haupttransmission aus.

35. Einer Reservedynamomaschine von 120 HP. Leistung und 160 Umdrehungen, zum direkten Kuppeln mit der vertikalen Compound-Maschine eingerichtet.

26. Einer Accumulatorenbatterie von 150 Ampèrestunden Kapacität.

37. Einem Zusatzdynamo zum Laden der Accumulatorenbatterie und einigen kleinen Elektromotoren zum Betriebe von Arbeitsmaschinen.

38. Einem 30 HP. starken Asynchronmotor, zum Antriebe der Centrifugalpumpe und zum Rücktreiben auf die Haupttransmission eingerichtet.

39. Einem vollständigen Schaltbrett mit Zubehör.

Dazu käme noch die Einrichtung der elektrischen Beleuchtung selbst im Laboratorium und dem sich anschließenden neuen Schulgebäude.

Zu bemerken bleibt, daß auch ohne Betrieb elektrischer Beleuchtung wenigstens eine Dynamomaschine der angegebenen Größe kaum entbehrt werden könnte; denn soweit die Dynamos nicht der Beleuchtung dienen, sind sie bestimmt, bei Versuchen mit den Dampfmotoren die Kraft dieser abzubremsen, indem bei Versuchen über die Regulierfähigkeit von Motoren mit keiner andern Bremsart die Belastung sich so rasch und sicher ändern und hinwieder so genau auf einer vorgeschriebenen Höhe halten läßt, wie mittelst einer Dynamo.

D. Transmission und Kräne.

Von der Anschauung ausgehend, daß jeder Teil der Laboratoriumseinrichtung zugleich Versuchsobjekt sein müsse, wird die Haupttransmission auf niedern Ständern am Boden angeordnet angenommen, um in bequemer Weise zugänglich zu sein. An dem einen Ende derselben greift die Dampfmaschine an, während in der Verlängerung die Kraft an die Dynamos, Pumpen etc. abgegeben wird. Wo immer thunlich, sind die Antriebsscheiben auf hohlen Wellen gelagert und mittelst Reibungskuppelungen mit der durchgehenden Welle verbunden. Behufs Arbeitsmessung sind an mehreren Stellen Amslersche Dynamometer eingeschaltet. Neben der großen Transmission, die zeitweise bis 120 HP. zu übertragen haben wird, sind die Antriebe der kleinen Dampf- und Gasmotoren auf eine leichte, aber sehr rasch laufende Nebentransmission vereinigt, an der die Wirkungen unvollständiger Ausbalancierung vorgeführt werden können.

Der im Mittelschiff laufende Kran besitzt 10 Tonnen Tragfähigkeit und wird elektrisch angetrieben. Außer diesem bedarf es in die Nebenschiffe und für Lastenbewegungen aller Art noch Handkräne und Flaschenzüge, worunter ein Schraubenflaschenzug als Demonstrationsgegenstand.

Als weiterer Bestand der Einrichtung des Laboratoriums wären demnach anzuführen:

40. Eine Haupttransmission mit den zugehörigen Ständern, Lagern und Kuppelungen.

41. Eine Nebentransmission mit den zugehörigen Ständern, Lagern und Kuppelungen.

42. Ein elektrischer 10 Tonnen-Kran von 10,5 m. Spannweite in das Mittelschiff der Maschinenhalle.

43. Kleinere Handkräne und Flaschenzüge, worunter ein Schraubenflaschenzug.

E. Die Meßvorrichtungen.

Diese können hier nur in summarischer Weise angeführt werden, da sie eine große Menge von Apparaten und Vorrichtungen umfassen.

An erster Linie sind zu nennen die Bremsen zur Ermittlung der effektiven Leistung. Einer richtigen Durchbildung dieser Apparate muß die größte Sorgfalt zugewendet werden.

Der projektierte Wasserturm gestattet die bequeme Unterbringung eines Quecksilbermanometers von bedeutender Höhe, welches von großem Werte ist und sicherlich auch für manche physikalische Untersuchung, sowie von seiten der Maschinenpraxis vielfach in Anspruch genommen werden wird.

Für die hydraulische Abteilung ist die Ausführung einer ständigen Vorrichtung zur Eichung der hydraulischen Meßinstrumente, wie Woltmannscher Flügel, vorgeschlagen. Dieselbe besteht aus einem Wasserkanal, in welchem durch einen mechanisch angetriebenen Wagen der Flügel etc. fortbewegt und die Zahl seiner Umdrehungen, die Geschwindigkeit etc. notiert wird. Bei der kardinalen Wichtigkeit, welche die Wassermessung für die Hydraulik besitzt, dürfte die Vorrichtung auch für die Praxis von Bedeutung werden; dabei ist zu bemerken, daß der gleiche Apparat zur Vornahme von Schleppversuchen mit Schiffschrauben und Schiffmodellen benutzt werden kann.

An andern üblichen Meßinstrumenten sind neben den unerläßlichen Indikatoren, Mano-Vacuums, Thermo-Pyrometern etc. zu nennen: Apparate für die Vornahme von Gasanalysen, zur Ermittlung des Heizeffektes, Calorimeter, Zugmesser, Dasymeter, Wagen etc. etc. Manche Instrumente, wie z. B. Indikatoren, werden auch in großer Zahl beschafft werden müssen, um gleichzeitig, sei es, verschiedene Teile eines Motors beobachten, sei es, mehrere Studierende zugleich beschäftigen zu können.

Die Meßinstrumente der elektrischen Abteilung finden sich meist auf dem Schaltbrett gruppiert und bilden einen integrierenden Bestandteil der Anlage selbst.

F. Heizung, Ventilation und Werkstätte.

Daß die Heizung des Laboratoriums mit dem sich anschließenden Schulgebäude eine Dampfcirkulationsheizung werden müsse, ist von vornherein gegeben. Mit Rücksicht auf die später vielleicht sehr erwünschte Gelegenheit, die Studierenden auch an andern Heizungsarten Versuche anstellen zu lassen, empfiehlt es sich, ein Stockwerk

des Zeichensaalgebäudes mit einer Warmwasser-, ein anderes mit Dampfluftheizung und Ventilation zu versehen. Die letztere könnte im Sommer zu einer Kühlung der Lokalitäten mittelst einer kleinen Eismaschine benutzt werden, für deren Aufstellung Raum im Projekt vorgesehen ist. Über Eismaschinen wird in der That in regelmäßigen Intervallen an der mechanisch-technischen Abteilung gelesen; für besondern Unterricht über Heizung und Ventilation an der mechanisch-technischen Abteilung sucht die Schule schon lange nach einem geeigneten Docenten.

Der Betrieb so vieler Motoren von zum Teil nicht unbedeutender Größe setzt das Vorhandensein einer Reparaturwerkstätte voraus. Die mechanische Abteilung besitzt nun bereits eine Werkstätte mit einigen Werkzeugmaschinen, welche diesem Zweck dienlich gemacht werden können, indessen zum Teile schon veraltet sind; eine Vervollständigung derselben, insbesondere durch neue Drehbänke, erscheint, wenn einmal das Laboratorium besteht, dringend notwendig. Es ist deshalb im Laboratorium Raum für einige Werkzeugmaschinen und ein Schmiedefeuer vorgesehen.

Zu den Kosten der Anschaffung der aufgezählten Maschinen, Apparate und Einrichtungen gesellen sich noch die Kosten des Transportes und der Montierung derselben, die zu 10 % der Kosten der Maschinen und Apparate anzuschlagen sind, ferner die Kosten der Fundierungen für die Maschinen und der Kesseleinmauerungen, welche im Voranschlage für den Bau noch nicht vorgesehen worden sind.

Die beiliegenden Pläne geben ein Bild der geplanten Anordnung der nach vorstehender Aufstellung zur Ausstattung des Maschinenlaboratoriums vorgesehenen Maschinen und Anlagen aller Art und der Einrichtung des Laboratoriums im ganzen. Diese Pläne beziehen sich zwar auf einen ersten Entwurf der Ausstattung des Laboratoriums, welcher in dieser Vorlage etwelche Beschränkungen erfahren hat; es fallen einfach einige der in den Plänen erscheinenden Maschinen aus, wodurch auch der Raum, der schon etwas beengt zu werden drohte, freier wird.

Für die Übungen und Arbeiten, die in dem wie vorstehend beschrieben eingerichteten Laboratorium zu betreiben und auszuführen sein werden, ist in ihren Hauptzügen folgendes Arbeitsprogramm vorgesehen.

In erster Linie und vor allem soll das Laboratorium als Unterrichtsanstalt für die Ausbildung Studierender zum Maschineningenieur dienen. Die daraus entspringende Lehraufgabe des Laboratoriums:

„Vervollständigung des Unterrichtes in Maschinenlehre und Maschinenbau durch praktische Demonstrationen und Unterweisung der Studierenden in den technischen Methoden der Untersuchung einzelner Maschinen und Apparate und von ganzen Anlagen nach den verschiedenen ihre Konstruktion und Leistung und ihren Gütegrad bestimmenden Faktoren“

erfordert zu ihrer Erfüllung Aufrechterhaltung inniger Fühlung, sowohl mit der Praxis als auch den grundlegenden wissenschaftlichen Disciplinen der Physik und Chemie. Doch wird man sich dabei zu hüten haben, einzig die Ausbildung in der streng wissenschaftlichen Methode der Untersuchung zum Ziele zu nehmen; sowohl die durchschnittliche Begabung unserer Studierenden, als auch die im Verhältnis zur Mannigfaltigkeit der zu bearbeitenden Aufgaben knappe Studienzeit fordern, daß in erster Linie die von der ausübenden Technik angenommenen Verfahren kultiviert werden, welche den Bedürfnissen der Praxis angepaßt, unter Verzichtleistung auf die bei physikalischen Messungen erreichbare Genauigkeit, dafür aber in entsprechend kürzerer Zeit das Ziel zu erreichen gestatten. Vereinzelten, besonders veranlagten Studierenden muß freilich die Möglichkeit, mehr wissenschaftliche Untersuchungen zu pflegen, geboten werden, doch sollen diese auch hier nicht den Charakter einer physikalischen Doktorarbeit annehmen. Im Gebiete der Elektrotechnik haben wohl die an sich ungleich schwierigeren Messungen einen wenn auch kleinen Bedarf an speciell physikalisch hochgebildeten Technikern gezeitigt; im allgemeinen Maschinenbau ist ein solcher bis jetzt nicht hervorgetreten.

Zur Veranschaulichung des Arbeitsprogrammes mögen beispielsweise einige Aufgaben angeführt werden, die den Studierenden in einzelnen Abteilungen des Laboratoriums gestellt werden können.

Kalorische Abteilung.

Die Ermittlung des Dampfverbrauches bei verschiedenen Spannungen, Belastungen, Umdrehungszahlen etc., der Dampfmaschine; insbesondere Ermittlung der „günstigsten“ Füllung.

Einfluß der Überhitzung, der Mantelheizung, der Kompression, des Spannungsabfalles etc. auf den Dampfkonsum der Maschine.

Einfluß der Kurbelstellung, der Volumenverhältnisse u. s. w. auf das Dampfdiagramm; Vergleich des vorher entworfenen Diagrammes mit dem thatsächlichen.

Einstellung der Steuerung auf vorgeschriebene Verhältnisse unter Kontrolle durch den Indikator.

Studium der Regulierung an einer Dampfmaschine mit Gewichtsregulator und an solcher mit Achsenregulator; desgleichen an ein- und mehrstufigen Maschinen u. s. w.

Hydraulische Abteilung.

Untersuchung der Leistung und des Wirkungsgrades von Turbinen durch Bremsung und Wassermessung; indem die Niederdruckturbine so disponiert ist, daß in demselben Gehäuse Leit- und Laufräder verschiedener Systeme eingesetzt werden können, werden sich die Untersuchungen auf die verschiedensten in der Praxis gebräuchlichen Turbinensysteme ausdehnen lassen.

Untersuchungen von Turbinenregulierungen, namentlich auch mit Rücksicht auf den bei Hochdruckturbinen in Frage kommenden Einfluß langer Rohrleitungen.

Untersuchung von Kolbenpumpen auf deren Wirkungsgrad durch Indizieren und Wassermessung.

Vergleichende Versuche mit verschiedenen Ventilsystemen; Bestimmung der zulässigen Kolbengeschwindigkeiten.

Bestimmung des Wirkungsgrades von Centrifugalpumpen, Wasserstrahlapparaten und sonstigen Wasserhebemaschinen.

Vergleichende Wassermessungen unter Anwendung verschiedener Methoden.

Bestimmung der Konstanten von Meßapparaten u. s. w.

Auch bei der zunächst als Centralanlage für die elektrische Beleuchtung aller Schulgebäude eingerichteten „elektrischen Abteilung“ eröffnet sich ein weites Feld für Übungen und Arbeiten im Anschlusse an den Unterricht über Dynamomaschinenbau und elektrische Centralanlagen und in Ergänzung der elektrischen Laboratorien des physikalischen Institutes, welche für diese Gebiete der angewandten Elektrotechnik nicht zu genügen vermögen.

Die leicht vorzunehmende Ausdehnung dieser Aufgabenzusammenstellungen rückt die eminent bildende Eigenschaft der Laboratoriumsübungen in ein helles Licht. Behufs der praktischen Durchführung dieser Übungen müssen die Studierenden in Gruppen zu 2, 3 oder 4 Mann eingeteilt und der steten Leitung und Aufsicht der Assistenten und der bedienenden Mannschaft unterstellt werden. Drei Assistenten, mit einer aus zwei Maschinisten, einen Heizer, einen Schlosser und einen Putzer bestehenden Bedienungsmannschaft des Laboratoriums dürften hinreichen, um gleichzeitig 10 Gruppen mit zusammen 30—35 Studierenden unter Leitung des Fachlehrers arbeiten zu lassen. Rechnet man auf 60—70 Mann als mittleren

Bestand eines der obern Kurse der mechanisch-technischen Abteilung, so ergeben sich cirka 20 Gruppen, die in zwei Hälften je einen ganzen oder zwei halbe Tage pro Woche im Laboratorium zubringen würden. Da es voraussichtlich viele Studierende geben wird, die mehr als einen Tag pro Woche arbeiten wollen, würden das Laboratorium und sein Personal an 3—4 Tagen pro Woche allein für Unterrichtszwecke voll beansprucht. Als Assistenten im Maschinenlaboratorium werden die gleichen dienen können, die für den Unterricht in Maschinenlehre und Maschinenbau und für Konstruktionsübungen bei der mechanisch-technischen Abteilung gebraucht werden, immerhin wird die Zahl etwas vermehrt werden müssen, um auch noch für den Unterricht im Laboratorium zu genügen.

Die für den Unterricht der Studierenden im Maschinenlaboratorium einzurichtenden besondern Kurse sollen hauptsächlich in die zwei letzten Semester, das 6. und 7. des Studienplanes der mechanisch-technischen Abteilung verlegt werden. Daneben sind auch schon für die früheren Semester, im Anschlusse an die Vorlesungen, wenigstens sporadische Demonstrationen und Übungen im Maschinenlaboratorium vorzusehen. Ferner ist anzunehmen, daß manche Studierende nach Abschluß der 7 Semester des obligatorischen Studienplanes und Erlangung des Diplomes, noch ein Semester länger an der Schule bleiben werden, um, wie es zurzeit in Bezug auf die physikalischen Laboratorien geschieht, besonders im Maschinenloboratorium ihre Studien noch fortzusetzen und zu vervollständigen.

In zweiter Linie ist das Maschinenlaboratorium berufen und wird es auch im stande sein, außer dem Unterrichte noch der Wissenschaft und Technik überhaupt und der Industrie des Landes zu dienen. Das volle Arbeitsprogramm wird auch noch Untersuchungen zu umfassen haben zur Lösung praktisch wichtiger Fragen im Gebiete des Maschinenbaues und maschineller Anlagen, die sich den am Laboratorium beteiligten Dozenten der Schule, sei es in Verfolgung ihrer Fachwissenschaften, sei es von außer der Schule her, aus der Praxis stellen werden. Auch läßt sich die Annahme von Maschinen und Apparaten zur Untersuchung nicht ausschließen, ebenso nicht die Übernahme der Untersuchung gewisser Meßinstrumente, wie Indikatoren, Wassergeschwindigkeitsmesser etc., insofern sich für deren Kontrolle eine andere geeignete Stelle nicht bieten wird. Alle diese Arbeiten werden voraussichtlich sich zahl- und umfangreich genug einstellen, um das Laboratorium mit seinen Einrichtungen und seinem Bedienungspersonale vollauf zu beschäftigen, soweit sie nicht in erster Linie für Unterrichtszwecke in Anspruch genommen sein werden.

* * *

Auf Grund der Kostenberechnungen, die nach dem aufgestellten Verzeichnisse der Ausstattung des Laboratoriums, den für die Einrichtung entworfenen Plänen und den über die Preise der verschiedenen Maschinen und Apparate eingezogenen Erkundigungen, so genau als möglich angestellt worden sind, ergiebt sich folgender Kostenvoranschlag für die Einrichtung des Maschinenlaboratoriums:

Kostenvoranschlag.

A. Kalorische Abteilung.

a. Dampfmotoren und Zubehör.

1. Eine horizontale Dreifach-Expansionsmaschine von 120 HP.	Fr.	43,000
2. Eine vertikale Compoundmaschine von 40 HP. für bis 100 HP. maximale Leistung	"	15,000
3. Eine vertikale schnelllaufende Maschine von cirka 10 HP.	"	2,500
4. Eine Lavalsche Dampfturbine	"	1,500
5. Eine Oberflächenkondensation mit Dampfluftpumpe	"	7,800
6. Ein Strahlkondensator	"	1,700
7. Eine Worthingtonpumpe nebst Pulsometer	"	4,800
8. Eine Verdunstungskühlanlage	"	2,000
Zusammen	Fr.	78,300

b. Dampfkessel und Zubehör.

9. Ein horizontaler Flammrohrkessel mit zwei Vorwärmer und cirka 40 m^2 Heizfläche	Fr.	9,000
10. Ein horizontaler Siederohrkessel mit cirka 70 m^2 Heizfläche	"	9,200
11. Ein horizontaler Wasserröhrenkessel mit cirka 70 m^2	"	9,000
12. Ein kleiner vertikaler Kessel	"	2,000
13. Schwörerscher Überhitzer	"	2,400
14. Zwei kleine Dampfpumpen	"	1,700
15. Injektoren	"	400
16—20. Einrichtungen für Petroleum- und für Staubfeuerung, für mechanische Rostbeschickung und für Unterwindgebläse, Zugregulator etc.	"	7,200
Zusammen	Fr.	40,900

c. Gas- und Petrolmotoren.

21. Ein Gasmotor		schon vorhanden.
22. Ein Petrolmotor		
23. Gasuhren und Luftmesser zu beiden Motoren .		

d. Rohrleitungen.

Vollständiges Rohrleitungsnetz für die gesamte Abteilung mit Ventilen, Abschlüssen etc. . . .	Fr.	18,000
Kalorische Abteilung, im ganzen	Fr.	137,200

B. Hydraulische Abteilung nebst Luftkompressoren.

24. Eine Niederdruck-Achsialturbine von cirka 800 mm. Durchmesser, mit wechselbaren Leit- und Laufrädern	Fr.	8,000
25. Eine Hochdruckturbine mit besondern Einrichtungen für Regulierungsdemonstrationen	„	4,600
26. Eine Girard-Hochdruckturbine mit Schieberregulierung	„	2,200
27. Ein Bremsregulator	„	3,000
28. Eine Zwillingspumpe für mindestens 4 m^3 Wasserlieferung in der Minute	„	22,000
29. Ein Druckwindkessel	„	3,900
30. Eine Centrifugalpumpe	„	4,000
31. Ein Luftkompressor	„	3,000
32. Ein Centrifugalventilator	„	400
33. Strahlapparate	„	5,000
Vollständiges Rohrleitungsnetz mit Ventilen, Abschließungen, Deckplatten etc., für die ganze Abteilung, einschließlich der früher unter Ziffer 25 erwähnten 200—300 m. langen Druckleitung, und des Hochdruckwasserreservoirs im Wasserturm	„	27,000
Hydraulische Abteilung nebst Luftkompressor, im ganzen	Fr.	83,100

C. Elektrische Abteilung.

34.	Eine Dynamomaschine von 120 HP. Leistung und 600 Umdrehungen	Fr. 10,000
35.	Eine (Reserve-) Dynamomaschine von 120 HP. Leistung und 160 Umdrehungen	„ 12,000
36.	Eine Accumulatorenbatterie von 150 Ampèrestunden Kapazität	„ 10,000
37.	Zusatzdynamo und kleine Elktromotoren . . .	„ 6,000
38.	Ein Asynchronmotor von 30 HP.	„ 5,000
39.	Ein vollständiges Schaltbrett mit Zubehör . . .	„ 6,500
	Einrichtung der elektrischen Beleuchtung im Laboratorium nebst Schulgebäude	„ 7,500
	Elektrische Abteilung, im ganzen	Fr. 57,000

D. Transmission und Kräne.

40.	Vollständige Transmission (Haupt- und	
41.	Nebentransmission)	Fr. 16,000
42.	Ein elektrischer Laufkran von 10 Tonnen Tragkraft und 11,5 m. Spannweite	„ 11,500
43.	Handkräne und Flaschenzüge	„ 8,500
	Transmission und Kräne, im ganzen	Fr. 36,000

E. Messvorrichtungen.

Im ganzen, nach besonderem Verzeichnis . . .	Fr. 30,000

F. Heizung, Ventilation, Werkstätte.

Heizeinrichtung des neuen Gebäudes, im Kostenvoranschlage des Baues schon inbegriffen	Fr. —
Neue Werkzeugmaschinen und Werkzeuge für die Werkstätte	„ 10,000
Im ganzen	Fr. 10,000

G. Transport und Montierung	Fr. 35,000

H. Fundierungen und Kesseleinmauerung . .	Fr. 18,000

Rekapitulation.

A.	Kalorische Abteilung	Fr. 137,200
B.	Hydraulische Abteilung und Luftkompressoren .	„ 83,100
C.	Elektrische Abteilung	„ 57,000
D.	Transmission und Kräne	„ 36,000
E.	Meßvorrichtungen	„ 30,000
F.	Werkstätte	„ 10,000
G.	Transport und Montierung	„ 35,000
H.	Fundierung und Kesseleinmauerung	„ 18,000
	Unvorhergesehenes (4,5% des Kostenvoranschlages)	„ 18,700
	Total	Fr. 425,000

Gesamtkosten der vollständigen Ausstattung und Einrichtung des Maschinenlaboratoriums, einschließlich elektrischer Centralanlage für elektrische Beleuchtung sämtlicher Gebäude der eidgenössischen polytechnischen Schule, mit Ausnahme des Physikgebäudes und der Sternwarte, Fr. 425,000.

* * *

In Ergänzung obiger Ausführungen ist über die **voraussichtlichen jährlichen Betriebskosten der neuen Anstalt** folgendes zu sagen:

Das neue Schulgebäude und der Betrieb des Maschinenlaboratoriums bringen selbstverständlich auch eine Vermehrung der jährlichen Ausgaben des Polytechnikums mit sich.

Das Schulgebäude bedarf eines besondern Hauswartes, zu dessen Besoldung noch Ausgaben für Reinigung des Hauses, Unterhalt des Mobiliars, Heizung, Beleuchtung und Wasser hinzukommen.

Zur Bedienung des Laboratoriums bedarf es eines ersten und eines zweiten Maschinisten, eines geprüften Heizers, eines Schlossers, zugleich auch Heizer, und eines Putzers; der daneben noch für die Werkstätte erforderliche Vorarbeiter (Mechaniker) ist bereits vorhanden. Zu den Übungen und Arbeiten der Studierenden im Laboratorium brauchen die leitenden Fachlehrer wenigstens drei Assistenten; wenn auch für diese Assistenz die sonstigen Assistenten der mechanisch-technischen Abteilung mitbenützt werden können, so wird doch die Zahl der Assistenten dieser Abteilung für das eine Semester eines Jahres um zwei, für das andere um wenigstens einen vermehrt werden müssen. Der Betrieb des Laboratoriums bringt Ausgaben für Kohlen, Gas, Petrol, Wasser, verschiedenes Verbrauchsmaterial, Unterhalt der Maschinen und Apparate mit sich.

Alle diese Ausgaben lassen sich wie folgt veranschlagen:

1. Für das Schulgebäude:	Besoldung des Hauswartes	Fr.	2000
	Reinigung des Hauses . .	„	1000
	Unterhalt des Mobiliars .	„	1000
	Zusammen	Fr.	4000

Die Kosten der Heizung, Beleuchtung und des Wassers sind in den nachstehenden Betriebskosten des Laboratoriums eingerechnet.

2. Für den Betrieb des Laboratoriums:

a. Personal; Besoldung vermehrter Assistenten:

Ein bis zwei Assistenten der mechanisch-technischen Abteilung	Fr.	3,200
Ein 1. Maschinist	„	2,500
Ein 2. Maschinist	„	2,200
Ein geprüfter Heizer	„	2,000
Ein Schlosser (zugleich Heizer) und ein Putzer	„	3,600
Zusammen	Fr.	13,500

b. Material etc.:

1. Kohlen:

a. Für die Heizung des Schulgebäudes und Laboratoriums: 160 Tage zu 600 kg. =	96,000	kg.
b. Für den direkten Betrieb der elektrischen Beleuchtung sämtlicher Schulgebäude	120,000	„
c. Für den direkten Betrieb von Versuchen	34,000	„
	250,000	kg.
10 % Zuschlag für Anheizen . . .	25,000	„
	275,000	kg.

zu Fr. 3,6 berechnet = ...	Fr.	9,900
2. Schmieröl, Putzfaden, Packungen . . .	„	900
3. Gas und Petrol für die Gas- und Petrolmotoren	„	1,500
4. Wasser	„	1,200
5. Unterhalt der Maschinen und Apparate, einschließlich der Accumulatorenbatterie	„	6,500
6. Verbrauchsmaterial für die Werkstätte .	„	1,200
Zusammen	Fr.	21,200

Rekapitulation der Ausgaben.

Für das Schulgebäude			Fr. 4,000
Für das Laboratorium: *a.* Besoldungen		Fr. 13,500	
b. Material . .		„ 21,200	
			„ 34,700
Im ganzen			Fr. 38,700

Die Ausgaben für das Schulgebäude sind nach Maßgabe der bisherigen Ausgaben gleicher Art für die übrigen Schulgebäude berechnet. Die Bedienungsmannschaft des Maschinenlaboratoriums ist auf das Notwendigste beschränkt, der Aufwand an Material aller Art für den Betrieb des Laboratoriums dagegen reichlich bemessen.

Der Aufwand an Kohlen für die elektrische Beleuchtung ist unter der ungünstigen Voraussetzung berechnet, daß der ganze Bedarf an Dampf für den Antrieb der Dynamo direkt erzeugt werden müsse, von dem ohnehin für Heizung oder für Übungen und Versuche zu erzeugenden Dampf kein Nutzen gezogen werde. Die für die elektrische Beleuchtung sämtlicher Gebäude aufgestellten Lichtkonsum-Diagramme ergeben als notwendige Leistung der Dampfmotoren, stark bemessen, per Jahr

9,000 Pferdekraftstunden bei Vollbelastung für 120 HP. Leistung,
22,000 „ „ 1/3 Belastung „ 40 „ „
32,000 „ „ 1/5 Belastung und weniger für 24 HP. Leistung und weniger.

Den Kohlenverbrauch bei diesen Leistungen zu 1 kg., 1,5 kg. und 2,5 kg. per Pferdekraftstunde geschätzt, ergiebt sich der jährliche Verbrauch von 120,000 kg.

Da die hydraulische Abteilung des Laboratoriums so geplant ist, daß für die große Wassermengen in Anspruch nehmenden Versuche und Übungen, mit Hülfe der Pumpen und des Hochdruckreservoirs im Wasserturme, immer wieder dasselbe Wasser verwendet werden kann, so beschränkt sich, neben steter Ergänzung des eintretenden kleinen Wasserverlustes und einiger Auffrischung des cirkulierenden Wasservorrats, die Ausgabe für Wasser auf die für den Hausgebrauch und die Speisung der Dampfkessel vom Wasserwerk der Stadt Zürich zu beziehende Wassermenge.

Der dem Polytechnikum für das neue Schulgebäude und das Maschinenlaboratorium erwachsenden jährlichen Vermehrung der Ausgaben, im Voranschlage von Fr. 39,000, stellen sich jedoch in andern Punkten auch eine Vermehrung der Einnahmen und eine Verminderung der Ausgaben gegenüber.

Eine Vermehrung der Einnahmen ergiebt sich aus den für den Unterricht im Maschinenlaboratorium von den Studierenden zu erhebenden Laboratoriumsgebühren. Dürfen mit solchen Gebühren die Studierenden auch nicht gar stark belastet werden, so läßt sich doch die betreffende Einnahme auf Fr. 4000 jährlich veranschlagen.

Die bisherigen Ausgaben der polytechnischen Schule erfahren eine Verminderung dadurch, daß mit der vom mechanischen Laboratorium gelieferten elektrischen Beleuchtung bisherige Ausgaben für Beleuchtungsgas im Betrage von wenigstens Fr. 6000 dahinfallen.

Diese anderweitige Vermehrung der Einnahmen und Verminderung der Ausgaben der polytechnischen Schule vermindert die ihr vom neuen Schulgebäude und Maschinenlaboratorium her erwachsende Vermehrung der Ausgaben auf im ganzen Fr. 29,000. Dabei gewinnt die Schule zudem noch für die bisherige unzureichende Beleuchtung mit Gas die viel wertvollere elektrische Beleuchtung, welche sie, wenn sie nicht vom Maschinenlaboratorium den nötigen elektrischen Strom sich liefern lassen könnte, auch bei billigster anderweitiger Bezugsquelle, jährlich ungleich mehr, wohl weit über das Doppelte der Kosten zu stehen käme, auf die zur Zeit das Gas für Beleuchtung zu stehen kommt.

Zürich, den 2. November 1896.

Im Namen des schweiz. Schulrates,

Der Präsident:

H. Bleuler.

Der Sekretär:

Baumann.

Schweizerisches Bundesarchiv, Digitale Amtsdruckschriften
Archives fédérales suisses, Publications officielles numérisées
Archivio federale svizzero, Pubblicazioni ufficiali digitali

Bericht des schweizerischen Schulrates betreffend das neue Maschinenlaboratorium für die mechanisch-technische Abteilung des eidgenössischen Polytechnikums. (Vom 2. November 1896.) (Vergl. Botschaft des Bundesrates vom 8. Juni 1896, Bundesbl. III, 48...

In Dans In	Bundesblatt Feuille fédérale Foglio federale
Jahr Année Anno	1897
Band Volume Volume	1
Heft Cahier Numero	02
Geschäftsnummer Numéro d'affaire Numero dell'oggetto	---
Datum Date Data	13.01.1897
Seite Page Pagina	17-41
Ref. No	10 017 714

Das Dokument wurde durch das Schweizerische Bundesarchiv digitalisiert.
Le document a été digitalisé par les. Archives Fédérales Suisses.
Il documento è stato digitalizzato dell'Archivio federale svizzero.