

Schweizerisches Bundesblatt.

49. Jahrgang. III.

Nr. 22.

2. Juni 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.*

Botschaft

des

Bundesrates an die Bundesversammlung, betreffend die Einrichtungskosten des Maschinenlaboratoriums an der eidgenössischen polytechnischen Schule in Zürich.

(Vom 28. Mai 1897.)

Tit.

Wir haben in unserer Botschaft vom 8. Juni 1896 betreffend die Erstellung eines Gebäudes für die mechanisch-technische Abteilung der eidgenössischen polytechnischen Schule (Bundesbl. 1896, III, 491) in Aussicht gestellt, daß wir Ihnen, wenn die durch jene Botschaft nachgesuchten Mittel zur Erstellung eines Gebäudes für die genannte mechanisch-technische Abteilung bewilligt seien, eine besondere Vorlage über die Kosten der Einrichtung des Maschinenlaboratoriums, sowie derjenigen der neuen Räume für die Bibliothek machen würden.

Nachdem der Gegenstand jener Botschaft durch Bundesbeschluß vom 20. März laufenden Jahres eine unsern Vorschlägen zustimmende Erledigung gefunden hat, erlauben wir uns nun, mit einem Teil der in Aussicht gestellten Ergänzungsvorlage, d. h. mit demjenigen betreffend die Einrichtungskosten des Maschinenlaboratoriums vor Sie zu treten, da diese dringender Natur ist; denn die zur Ausstattung dieses Laboratoriums nötigen Maschinen müssen nach dem Berichte des Schulrates sozusagen gleichzeitig mit dem Beginn des Neubaus für die mechanisch-technische Abteilung bestellt werden, wenn es möglich sein soll, deren Montierung gleich nach Vollendung der letztern zu beginnen.

Wir wollen hier gleich bemerken, daß wir von dem vom Nationalrate geäußerten Wunsche, es möchten bei Bestellung der anzuschaffenden Maschinen soviel als thunlich die hauptsächlichsten Maschinenfabriken der Schweiz berücksichtigt werden, Vormerkung genommen haben und ihm gebührende Rechnung tragen werden.

Was nun die Art und Weise der Ausstattung des Maschinenlaboratoriums und deren Kosten betrifft, ist Ihnen eine Beschreibung bereits in unserm Berichte vom 2. November verflossenen Jahres (Bundesbl. 1897, I, 17) gegeben worden. Wir erlauben uns, aus demselben das Sachbezügliche hier zu reproduzieren.

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 Dampfmaschinen aber, die im Maschinenlaboratorium für Heizungen, Übungen und Versuche ohnehin gebraucht werden, vermag Elektrizität 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 Dampfmaschinen verwendet oder die für Übungen und Versuche in Gang gesetzten Dampfmaschinen, 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 Elektrizitätswerk 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 ergibt 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 Dampfmaschinen immerhin doch für eine Leistung von 50 und 100 Pferden ausgeführt werden müßten, einerseits um einen Vergleich mit dem Verhalten kleinerer Motoren zu ermöglichen, andererseits 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 Dampfmaschinen 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. Dampfmaschinen und Zubehör.

1. Eine horizontale Dreifach-Expansionsdampfmaschine von 120 HP. Leistung, mit drei auf getrennte Kurbeln wirkenden Dampfzylindern 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 Dampfjacketts 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 Bremmscheibe 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 circa 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 Dampflluftpumpe, als Centralanlage für alle vorbenannten Dampfmaschinen 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 Dampfmaschinen ohne Hilfsrotation, 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 m² Heizfläche, für 12 Atmosphären Druck.

10. Ein horizontaler Siederohrkessel mit Flammrohr, von circa 70 m² 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 Fieldsehen oder der Feuerspritzenart, 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 Dampfmaschinen zur Kesselspeisung.

15. Zwei Injektoren zur Kesselspeisung.

16. Einrichtung für Petroleumfeuerung an einem der Dampfmaschinen.

17. Einrichtung für Kohlenstauffeuerung 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 vervollkommen, 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 Dampfmaschinen im Betriebe der elektrischen Beleuchtung.

28. Eine Zwillingsspumpe, 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 m³ 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 Wasserreservoirs, 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 ergibt 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 Normkerzenstärke 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. ergibt 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 Kapazität, 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 Dampfmaschinen 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 Dampfmaschinen 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 sollen, 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.

36. Einer Accumulatorenbatterie von 150 Ampèrestunden Kapazität.

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 angebebenen Größe kaum entbehrt werden könnte; denn soweit die Dynamos nicht der Beleuchtung dienen, sind sie bestimmt, bei Versuchen mit den Dampfmotoren die Kraft dieser abzubremesen, 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 Schraubflaschenzug 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.

In 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-Vacuum-Thermo-Pyrometern etc. zu nennen: Apparate für die Vornahme von Gasanalysen, zur Ermittlung des Heizeffektes, Calorimeter, Zugmesser, Dasymer, 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 Dampfzirkulationsheizung 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 Dampfzirkulations- 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 Dozenten.

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. Vereinzelt, 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 tatsächlichen.

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

Studium der Regulierung an einer Dampfmaschine mit Gewichtregulator 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, einem Heizer, einem Schlosser und einem 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 zur Zeit in Bezug auf die physikalischen Laboratorien geschieht, besonders im Maschinenlaboratorium 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, ergibt 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 circa 10 HP.	" "	2,500
4. Eine Lavalsche Dampfturbine	" "	1,500
5. Eine Oberflächenkondensation mit Dampf- pumpe	" "	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 Vorwärmern 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.	<u>40,900</u>

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.	<u>18,000</u>
Kalorische Abteilung, im ganzen	Fr.	<u>137,200</u>

B. Hydraulische Abteilung nebst Luftkompressoren.

24. Eine Niederdruck-Achsialturbine von cirka 800 mm. Durchmesser, mit wechselbaren Leit- und Lauf- rädern	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
Übertrag	Fr.	<u>39,800</u>

	Übertrag	Fr. 39,800
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		<u>Fr. 83,100</u>

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 Accumulatorenbatte-rie von 150 Ampère-stunden Kapazität	„	10,000
37. Zusatzdynamo und kleine Elektromotoren	„	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		<u>Fr. 57,000</u>

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		<u>Fr. 36,000</u>

E. Messvorrichtungen.

Im ganzen, nach besonderem Verzeichnis	Fr.	<u>30,000</u>
--	-----	---------------

F. Heizung, Ventilation, Werkstätte.

Heizeinrichtung des neuen Gebäudes, im Kostenvoranschlage des Baues schon inbegriffen . . .	Fr. —
Neue Werkzeugmaschinen und Werkzeuge für die Werkstätte	„ 10,000
	<u>Fr. 10,000</u>
Im ganzen	<u>Fr. 10,000</u>
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
	<u>Fr. 425,000</u>

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.

Gestützt auf vorstehende Ausführungen erlauben wir uns nun, Ihnen zu beantragen, Sie möchten dem nachfolgenden Entwurf Bundesbeschluß Ihre Genehmigung erteilen.

Genehmigen Sie, Tit., die Versicherung unserer vollkommenen Hochachtung.

Bern, den 28. Mai 1897.

Im Namen des schweiz. Bundesrates,

Der Bundespräsident:

Deucher.

Der I. Vizekanzler:

Schatzmann.



(Entwurf.)

Bundesbeschuß

betreffend

**die innere Einrichtung des Maschinenlaboratoriums
der mechanisch-technischen Abteilung an der eid-
genössischen polytechnischen Schule in Zürich.**

Die Bundesversammlung
der schweizerischen Eidgenossenschaft,

nach Einsichtnahme einer Botschaft des Bundesrates vom
28. Mai 1897,

beschließt:

Art. 1. Für die Ausstattung des Maschinenlaboratoriums der mechanisch-technischen Abteilung der eidgenössischen polytechnischen Schule in Zürich mit den notwendigen Maschinen, Instrumenten und den zum zweckentsprechenden Gebrauche derselben erforderlichen Vorrichtungen wird ein Kredit von Fr. 425,000 bewilligt.

Art. 2. Hiervon sollen im laufenden Jahre zur Verwendung kommen Fr. 120,000. Die fernern zum angegebenen Zwecke nötigen Summen sind nach Maßgabe des jeweiligen Bedürfnisses in die Budgets der nächsten Jahre einzustellen.

Art. 3. Dieser Beschuß tritt, als nicht allgemein verbindlicher Natur, sofort in Kraft. Der Bundesrat ist mit der Ausführung desselben beauftragt.

**Botschaft des Bundesrates an die Bundesversammlung, betreffend die Einrichtungskosten
des Maschinenlaboratoriums an der eidgenössischen polytechnischen Schule in Zürich.
(Vom 28. Mai 1897.)**

In	Bundesblatt
Dans	Feuille fédérale
In	Foglio federale
Jahr	1897
Année	
Anno	
Band	3
Volume	
Volume	
Heft	22
Cahier	
Numero	
Geschäftsnummer	---
Numéro d'affaire	
Numero dell'oggetto	
Datum	02.06.1897
Date	
Data	
Seite	471-490
Page	
Pagina	
Ref. No	10 017 885

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.