

**DEN POLYTEKNISKE  
LÆREANSTALT**

---

**SAMLINGER, LABORATORIER M. M.**

UDGIVET AF DET PRIVATE INGENIØRFOND

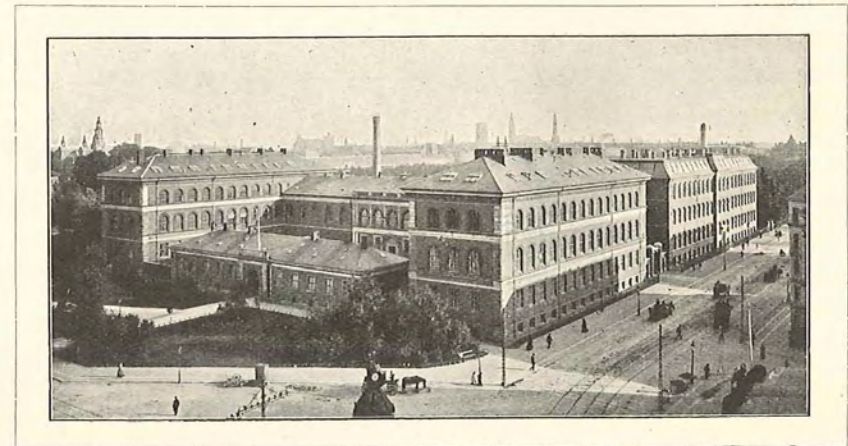
061.6

DEN POLYTEKNISKE LÆREANSTALT

# DEN POLYTEKNIISKE LÆREANSTALT

---

SAMLINGER, LABORATORIER M. M.



---

*SUPPLEMENT TIL LÆREANSTALTENS PROGRAM*

---

KØBENHAVN

TRYKT HOS J. H. SCHULTZ A/S

1910

DANMARKS INGENIØRAKADEMI  
BYGNINGSAFDELINGEN  
BIBLIOTEK FOR MATEMATIK OG BÆRENDE KONSTRUKTIONER

UDGIVET AF DET PRIVATE INGENIØRFOND

*Redigeret af M. C. HARDING*

I den polytekniske Lærestalts Reglement af 28. December 1909 og det i Forbindelse dermed udgivne detaljerede Program for Undervisningen er der givet en planmæssig Oversigt over Studiet og Eksaminerne ved den polytekniske Lærestalt. De følgende Blade skal nærmest tjene som Supplement hertil og i en tvangfri Form give Oplysninger om forskellige Sider af Lærestaltens Virksomhed, navnlig om dens Laboratorier og Samlinger og om den til disse og til Tegne- og Konstruktionsstuerne knyttede Undervisning.



Billederne er udførte efter Fotografier, hvoraf Flertallet er tagne af  
cand. polyt. *Carl E. Aagaard*; de øvrige af Fotograf, cand. phil. *Fred. Riise*, Fotograf *Vald. Poulsen*, cand. polyt. *G. Laub*,  
stud. polyt. *V. Bogvad Christensen*, stud. polyt. *Werner* m. fl.

DEN POLYTEKNISKE LÆREANSTALT

SITUATIONSPLAN

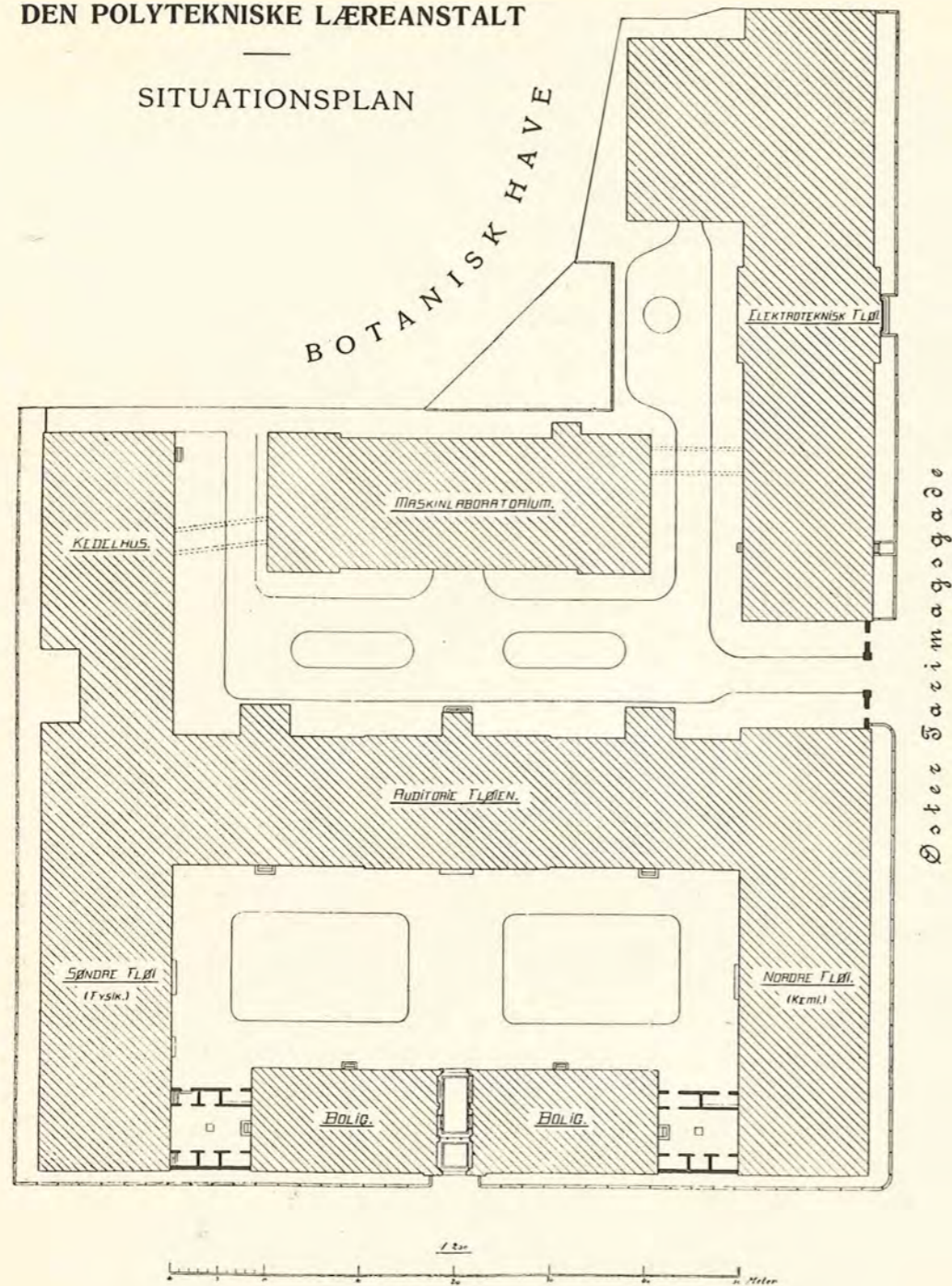


Fig. 3.

Sølvgade

INDHOLD

Det fysiske Laboratorium. Af <i>K. Prytz</i> (med Bidrag af <i>J. Hartmann</i> og <i>H. M. Hansen</i> )..	Side 9
Den fysiske Samling. Af <i>C. Christiansen</i> .....	— 27
Det kemiske Laboratorium. Af <i>Julius Petersen</i> .....	— 29
Det fysisk-kemiske Laboratorium. Af <i>J. N. Brønsted</i> .....	— 33
Undervisningen i organisk Kemi. Af <i>Einar Billmann</i> .....	— 35
Undervisningen i Geologi og Mineralogi. Af <i>N. V. Ussing</i> og <i>O. B. Bøggild</i> .....	— 37
Det teknisk-kemiske Laboratorium. Af <i>N. Steenberg</i> .....	— 39
Det gæringsfysiologiske Laboratorium. Af <i>Orla Jensen</i> .....	— 43
Undervisningen i Rendyrkning af Gæringsorganismer og i Mikroskopi. Af <i>L. Kolderup Rosenvinge</i> .....	— 43
Øvelser i Bygningsstatik og Jærnkonstruktioner. Af <i>A. Ostenfeld</i> .....	— 46
Øvelser i Maskinkonstruktion. Af <i>S. C. Borch</i> .....	— 51
Maskinlaboratoriet. Af <i>H. Bache</i> .....	— 53
Den teknologiske Samling. Af <i>H. I. Hannover</i> .....	— 71
Undervisningen i Skibsbygning. Af <i>C. Hansen</i> .....	— 75
Øvelser i Vandbygningsfagene. Af <i>Palle Bruun</i> .....	— 78
Øvelser i Vejbygningsfagene. Af <i>Alfred Lütken</i> .....	— 79
Undervisningen i Landmaaling og Nivellering. Af <i>P. Thygesen</i> .....	— 83
Det elektrotekniske Laboratorium. Af <i>Absalon Larsen</i> .....	— 87
Den elektrotekniske Samling og Auditorium. Af <i>W. Rung</i> .....	— 99
Materiallaboriet og Undervisningen i Materiallære. Af <i>E. Suenson</i> .....	— 103
Øvelser i Husbygning og Bygningstegning. Af <i>Johan Nielsen</i> .....	— 107
Undervisningen i Tegning. Af <i>E. P. Bonnesen</i> .....	— 109



Fig. 4 og 5. Gaardpartier.

## Det fysiske Laboratorium.

Indtil Aaret 1883 blev Studiet af Fysik ved Universitetet og den polytekniske Lærestalt gennemført, uden at den studerende fik nogen Lejlighed til at udføre fysiske Forsøg. Lærestaltens fysiske Instrumentsamling bestod i Hovedsagen af Forelæsningsapparater; den var anbragt i 1. Sals Etage i det nuværende Universitetsanneks' Bygning mod Sct. Pederstræde. Samme Etage gav endvidere Plads for to Auditorier, et stort og et lille, og for et Lærerværelse. Et mindre Værelse mod Gaarden var disponibelt til eksperimentale Arbejder.

I det nævnte Aar, 1883, paabegyndte daværende Docent C. Christiansen frivillige fysiske Øvelser for Polyteknikere og Fysikere. Der begyndtes i Efteraarshalvaaret med 13 Deltagere. Apparaterne blev anbragte i Vindueskarme i Samlingens Rum og i Auditoriet paa Katederet og Tilhørebordene, og alt maatte efter endte Øvelser fjernes og anbringes paa ny i Skabene.

I 1886 efter Holtens Afsked blev Christiansen ansat som Professor og K. Prytz som Docent. Sidstnævnte overtog da Arbejdet med de fysiske Øvelser.

I Reglementet af 1884 for Lærestaltens Undervisning bestemtes det, at Kemikerne skulde aflægge praktisk Prøve i Udførelse af fysiske Arbejder; dog skulde denne Bestemmelse ikke træde i Kraft, førend de lokale Forhold tillod Afholdelse af Prøven; dette indtraf i 1890, da Lærestaltens nuværende Bygning blev taget i Brug. Samtidig hermed blev der indført obligatoriske fysiske Øvelser for Mekanikere og Ingeniører.

I den i 1890 fuldførte nye Bygning blev der indrømmet 3 Rum i Kælderetagen til et fysisk Øvelseslaboratorium. Men da Antallet af studerende stadig steg, og da der stadig fremkom Ønsker om Plads til Opstilling af nye Arbejder, viste de nævnte Arbejdsrum sig snart utilstrækkelige. Det blev især Tilfældet efter Forandringen af Undervisningsplanen i 1894, da der blev indrettet et nu atter ophævet elektroteknisk Øvelseskursus for Maskiningeniørerne i Forbindelse med det fysiske Laboratorium. Det endte da med, at Mangelen paa Plads for det polytekniske Øvelseslaboratorium i 1903 blev afhjulpen ved, at Betjentboligen i Kælderen i den nordre Ende af fysisk Fløj blev afgivet dertil. Nu havde Laboratoriet til Raadighed det meste af Kælderetagen i fysisk Fløj foruden et større Kælderrum i Auditoriefløjen (betegnet med Ø i Planen, Fig. 6). Her var der tilfredsstillende Plads til de polytekniske Øvelseskursus. Men jævnsides med Udviklingen af den praktiske Fysikundervisning for Polyteknikere var ogsaa Ønsker om et for Universitetets fysikstuderende afpasset fysisk Laboratorium eller Institut opstaaet.

I Aaret 1900 indgav Professor Christiansen gennem det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet Forslag om Oprettelse af et fysisk Institut under Universitetet.

I sit Forslag betegner han det som et enestaaende Forhold, at vort Universitet ikke har noget saadant Institut. Forslaget nød imidlertid ikke Fremme; men Kravet var bleven rejst og havde til Følge, at Savnet, som det var Udtryk for, blev afhjulpen paa anden Maade. Det skete ved Initiativ fra Direktøren for den polytekniske Lærestalt, G. A. Hagemann. Ved den Udvidelse af polyteknisk Studieretning, blev der i den nye elektrotekniske Fløj skaffet Plads til Tegnester og Kontorlokaler, som før havde Plads i den fysiske Fløj; de derved i denne ledigblevne Rum blev for en stor Del stillet til Raadighed for et paa de universitetstuderende Fysikere beregnet fysisk Laboratorium. I Forbindelse hermed blev der paa Finansloven 1907—08 opnaaet en Bevilling paa 140,000 Kr., at fordele paa 5 Aar til Anskaffelse af Instrumenter og Inventar samt til fornødne Installationer i Laboratoriet. Dette blev samlet med det polytekniske Øvelseslaboratorium under fælles Bestyrelse af Lærestaltens Professor i Fysik.

Som Følge af den opnaaede Bevilling og Udvidelsen af de til Raadighed værende Lokaler vil man om faa Aar omsider komme ud over det mærkelige Forhold, at Eksperimentalfysikeren studeres ved Københavns Universitet, uden at de studerende har Lejlighed til at eksperimentere, et Forhold, der har givet sig Udslag i, at hidtil kun to Fysikere har disputeret for Doktorgraden; af de to Disputatser var den ene i Hovedsagen af teoretisk Indhold, medens den anden var historisk.

Det vil af det ovenstaaende fremgaa, at det fysiske Laboratorium lige fra 1890 har været i Udvikling fra en meget ringe Begyndelse, en Udvikling, som vil faa sin foreløbige Afslutning i 1912. Laboratoriet bestaar af 3 Afdelinger: en for Polyteknikernes Fælleskursus, en for Fabrikningenørernes Kursus og en for Universitetsfysikernes eksperimentale Ud-

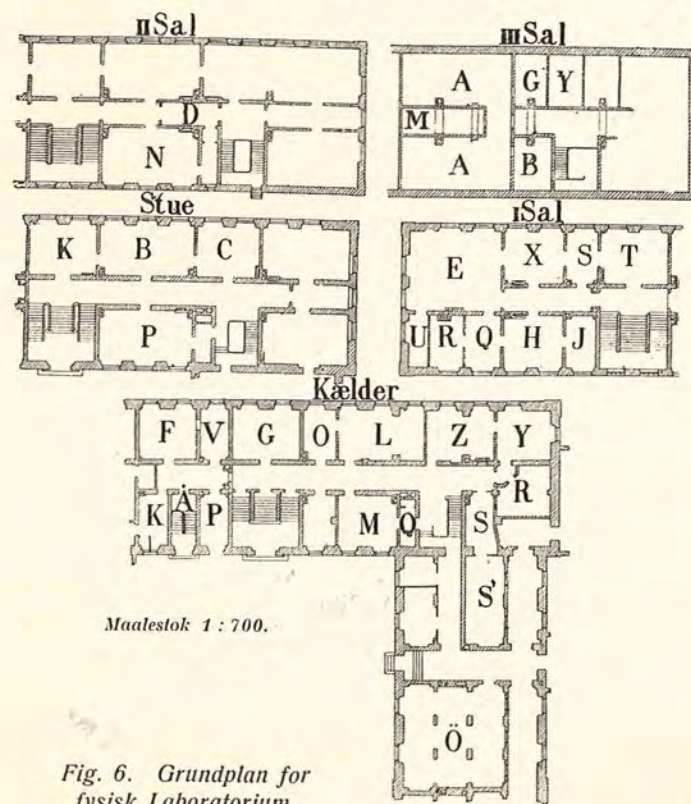


Fig. 6. Grundplan for fysisk Laboratorium.

dannelse. De for Laboratoriet til Raadighed værende Rum er de med Bogstaver paa Planen, Fig. 6 betegnede.

Fælleskursus gennemgaaes af alle Polyteknikere, før de indstille sig til 1. Del af Eksamen; det har sin Plads i Lokalerne A, B, G og M paa 3. Sal.

Fabrikningenørernes Kursus indgaaer i Undervisningen til 2. Del af Eksamen; det har Plads i Lokalerne B og C i Stueetagen og i R i Kælderen.

Fysikernes Laboratorium faar til Raadighed Lokalerne F, M, L, Z og Ø i Kælderetagen, P i Stueetagen, de ni med

Bogstaver betegnede Lokaler paa 1. Sal og D paa 2. Sal, i alt 16 større og mindre Rum. I et Kælderlokale er der opført et brand- og indbrudssikkert Skab, bestemt til Opbevaring af Statens Prototyper for Meteren og Kilogrammet, (Fig. 7).

Skabet, som er 1 m højt og dækket med en  $2,1 \times 1,5$  m stor Skiferplade, afgiver Bordplads for en Komparator til Sammenligning af Længder indtil 1 m og for andre Længdemaalingsapparater.

Endvidere afgiver Lokalet Plads for Laboratoriets Præcisionspendulur.

Kælderlokalet G er indrettet udelukkende til Vejning; der er opstillet 4 Præcisionsvægte til Sammenligning af Vægtlodder fra 1 mg til 50 kg.

I Kælderen er Lokalet Y, (Fig. 8), indrettet til Værksted for Mekanikerbetjenten, Lokalet K til Værksted for Glasblæserbetjenten. O er Skyllerum med Isskab, Q er fotografisk Fremkalderum. I S' er Akkumulatorbatteriet og i S' dets Fordelingstavle anbragte (se Fig. 9). Rummet Y paa 3. Sal er indrettet til Værksted for de studerende.

Lokalerne N paa 2. Sal, K i Stueetagen og V i Kælderen er Arbejdsværelser for Laboratoriebestyreren og Assistenterne, K tjener tillige som Laboratoriets Kontor. Lokalet T paa 1. Sal er Instrumentsamling og tjener tillige som Modtagelsesværelse for Bestyreren.

Lokalerne opvarmes ved et Dampledningsanlæg, som er bleven indrettet til at arbejde hele Døgnet. Næsten alle Lokaler er forsynede med Tilførsel af og Afledning for Vand, Tilførsel af Kogegas og Luftaftræk, Tilførsel af Motorelektricitet og Lys-elektricitet fra Kommunens Ledningsnet. Endvidere er der installeret et Ledningsnet over hele Laboratoriet i Forbindelse med Laboratoriets Akkumulatorbatteri. Hver Etage har sin lokale Fordelingstavle, hvorfra der skaffes Forbindelse til de enkelte Lokalers Polklemmer. Batteriet bestaar af ialt 116 Celler. Ved dette Ledningssystem

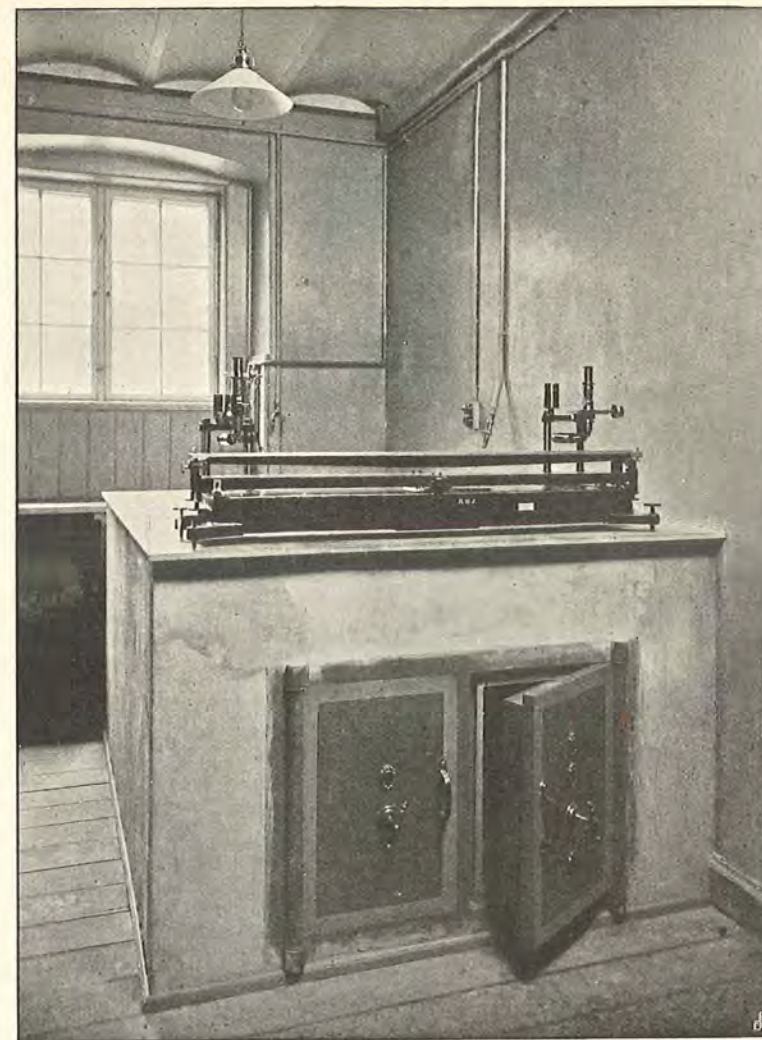


Fig. 7. Prototypum.



Fig. 8. Laboratoriets Værksted.

Steder, f. Eks. mellem Pendulurets Sekundkontakt og en Kronograf i et Lokale, hvor man skal udføre Tidsmaalinger, eller mellem to Lokaler, hvor der foregaar samhörige Arbejder, saa at en Signalforbindelse er ønskelig. — En Vareelevatør, som er ført op langs den indvendige Trappe i Hjørnet mellem fysisk Fløj og Auditoriefløjen, forbinder alle 5 Etager.

For Tiden er Arbejdet i Laboratoriet fordelt saaledes, at 1. Assistent, mag. scient. Jul. Hartmann leder Undervisningen i Fælleskursuset, 2. Assistent, cand. mag. H. M. Hansen leder i Forbindelse med 3. Assistent, mag. scient. A. W. Marke Arbejdet i Fabrikingeniørernes Kursus; Assistent Hansen er Laboratoriets Regnskabsfører. Fysikernes Undervisning fordeles mellem Bestyreren og Assistenterne efter Undervisningsemnernes Art. Nedenfor vil Indretningen af og Virksomheden i Fabrikingeniørernes og Fysikernes Afdelinger blive kort omtalt. Fælleskursuset vil blive omtalt i en særlig Artikel, da Assistent Hartmann, der har indrettet det i sin nuværende Skikkelse, har ønsket at give en mere indgaaende Fremstilling deraf.

### Fabrikingeniørernes Kursus.

(Affattet af 2. Assistent, cand. mag. H. M. Hansen).

Fabrikingeniørernes Kursus tilsigter at give de studerende en mere indgaaende eksperimental fysisk Uddannelse end den, der kan naas paa Fælleskursus, paa saadanne Omraader, der har særlig Betydning for Kemikere.

I det følgende skal der gives en kort Oversigt over Kursuset og de Synspunkter, hvorefter det er indrettet og ledes.

Paa Fabrikingeniørernes Kursus undervises de studerende normalt i 4. og 5. Halvaar; i 4. med en ugentlig Arbejdsdag paa 4 Timer i ca. 12 Uger, i 5. med en ugentlig Arbejdsdag paa 5 Timer i ca. 14 Uger.

Kursuset afholdes, som foran nævnt, i Stuelokalerne B og C og i Kælderlokalet R (se Planen, Fig. 6). Disse Lokalers Gulvflader er henholdsvis 39, 25 og 20 m<sup>2</sup>. De er alle forsynede med Stinkskabe, Vask og fornødne Stenhylder til Galvanometre og Vægte; fra alle Arbejdspladser er der let Adgang til Gas, Elektricitet af konstant

kan der dels paa ethvert Sted faas Forbindelse til Akkumulatorbatteriet, dels kan der dannes en elektrisk Stærkstrømsforbindelse mellem to hvilkesomhelst Lokaler.

De over 5 Etager fordelte, tildels spredt liggende Lokaler er forsynede med et Hustelevatør-anlæg. Sammen med dette Anlægs Ringeledninger er der lagt 4 andre Ledninger, som har Forbindelse til Kontakt-kasser paa forskellige Steder i Laboratoriet, hvorved det er muligt at faa Svagstrømsforbindelser mellem to vilkaarlige

Spænding fra Laboratoriets Akkumulatorbatteri og Byens Elektricitet. Kælderlokalet R, der er uden Vinduer og har elektrisk Ventilation, er indrettet til optiske Arbejder. Stuelokalerne B og C er særdeles lyse og rummelige Værelser, der byder de studerende udmærkede Arbejdsvilkår.

Af væsentlig Betydning for Fabrikingeniørernes Kursus var Oprettelsen af Professoratet i fysisk Kemi og Lærestanstaltens fysisk-kemiske Laboratorium. Tidligere havde fysisk Laboratorium ogsaa indøvet fysisk-kemiske Arbejder med de studerende; ved Oprettelsen af det særlig derfor indrettede Laboratorium bortfaldt naturligvis disse Øvelser, og samtidig dermed indskrænktes Kursuset med 1 ugentlig Øvelsesdag i 2. Halvaar. Den derved foraarsagede Omordning af Undervisningen, der fandt Sted i 1909—10, kom i flere Henseender til at betyde en Forbedring. Da den fandt Sted samtidig med den ovenfor omtalte Oprettelse og Udstyrelse af det fysiske Institut for universitetsstudierende, muliggjordes adskillige Nyanskaffelser, hvorved saa vigtige Omraader som Mikrofotografering og mikroskopisk Metalundersøgelse kunde inddrages under Undervisningen. Og Øvelserne flyttedes fra de oprindelige Lokaler (Kælderlokalerne L og M), hvor Belysningsforholdene var ret uheldige, til de ovenfor nævnte lyse og ny udstyrede Lokaler Stuen, medens paa den anden Side de faste Kældergulve i de derved ledigblevne Rum var ønskelige for videnskabelige Arbejder, der kræver fast Opstilling.

De Arbejder, de studerende kommer til at beskæftige sig med, er for Tiden følgende:

I 4. Halvaar:

1. Smeltepunktsbestemmelse.
2. Undersøgelse af en analytisk Vægt for Nulpunktskonstans, Følsomhedsvariation og Armlængdeforhold. Benyttelse af Vægten med Hensyntagen til Undersøgelsesresultaterne.

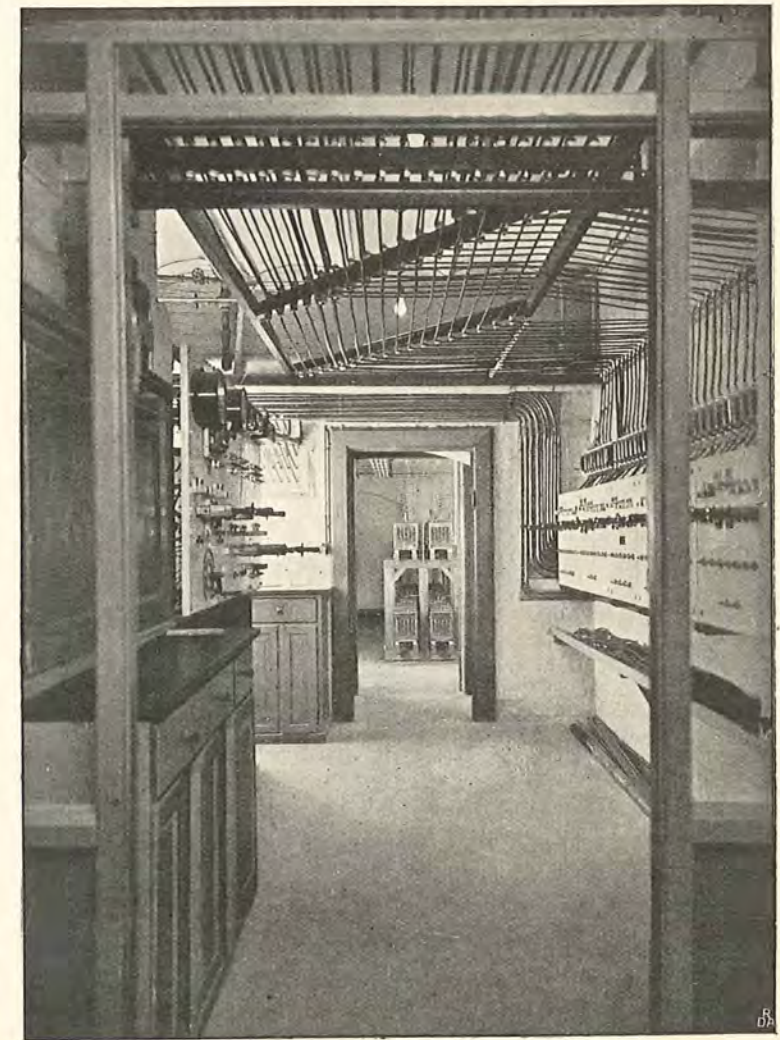


Fig. 9. Rummene for Akkumulatorbatteriet med Fordelingstavle.



3. Bestemmelse af faste Legemers Vægtfylde ved Opdriftsmetoden.
4. Justering af et Aræometer ved Hjælp af Westphals Vægt.
5. Arbejder med Wheatstones Proppebro, derunder Temperaturbestemmelser med Platinmodstandstermometret.
6. Bestemmelse af Luftarters Vægtfylde efter Regnaults Metode.
7. Undersøgelse af Renheden af Kulsyre fra et almindeligt Kulsyreapparat og af Natronkalks Absorptionsevne for Kulsyre.
8. Kalorimeterarbejder.
9. Justering af et Metalmanometer og Vakuummeter (det første ved Hjælp af et Stempelmanometer).
10. Arbejde med Halvskyggesaccharimetret.
11. Arbejde med Spektrometer (Bestemmelse af Gitterkonstanten for en Ives Gitterkopi).
12. Brydningsforholdsbestemmelse med Pulfrichs Refraktometer for Kemikere.

## I 5. Halvaar:

1. Justering af Termoelementer ved højere Temperatur (Elektrisk Ovn, Kompensationsmetoden).
2. Termoelektrisk Undersøgelse af Metallegeringers Afkølingskurver.
3. Mikroskopisk Undersøgelse af de under 2 undersøgte Legeringers Struktur. Øvelse i Metalpræparering til mikroskopisk Undersøgelse.
4. Gradværdibestemmelse for et Bechmanns Termometer ved Bestemmelse af en Normalopløsnings Frysepunkt efter Prytz.
5. Vægtfyldebestemmelse med Pyknometer.
6. Undersøgelse af Brints og Knaldlufts Renhed med Eksplosionspipetten.
7. Undersøgelse af radioaktive Stoffers Radioaktivitet og af radioaktive Nedslags Aktivitetskurve.
8. Undersøgelse af Radiumemanation.
9. Termometerundersøgelse ved Sammenligning med Normaltermometer i Bad med elektrisk Temperaturregulering.
10. Arbejder med Kvægsølvfaldluftpumpen (Lufttransport).
11. Bestemmelse af Vædskers Brydningsforhold med Spektrometer.
12. } Spektralanalyse. Undersøgelse af Emissions- og Absorptionsspektre.
13. }
14. Mikrofotografi af forskellige Præparater (Trævleoffer o. l.).

Det vil fremgaa af disse Øvelsesarbejder, at der ved Kursusets Indretning har været tilsigtet en saa stærk Berøring med Praksis som muligt; det skal først og fremmest være Oplysninger af praktisk Nytte og Erfaringer, der direkte senere kan finde Anvendelse i Fabriklaboratorierne, som de studerende skal vinde paa Fabrikingeniørernes Kursus. Derfor undersøges de vigtigste Laboratorieinstrumenter, Vægten og Termometret indgaaende, og der arbejdes med de fleste almindelig anvendte Metoder til Vægtfylde- og Temperaturbestemmelse. Ved de 4 Arbejder med Luftarter søges naaet den Fortrolighed med og Sikkerhed i de almindelige Manipulationer (med Haner, Slinger og Pumper), som er en Forudsætning for al hurtig og sikker Arbejden inden for dette Omraade.

Der anvendes ved Øvelserne kun i ringe Omfang specielle tekniske Former af de fysiske Apparater. Disse hører, som Undervisningen her ved Lærestalden er ordnet, snarest hjemme i de tekniske Laboratorier, medens fysisk Laboratorium skal give de studerende det almindelige eksperimentelle Grundlag, der tillader at anvende de specielle tekniske Apparatformer med den fornødne Kritik, og naar det kræves, sætter dem i Stand til ved forstaaende Anvendelse selv af simple Hjælpemidler at naa brug-

bare Resultater. I denne Henseende er der foregaaet en stadig Ændring af Fabrikingeniørernes Kursus samtidig med Udviklingen af teknisk-kemisk Laboratorium; efterhaanden er de specielle Luftanalyser, Brændværdibestemmelser o. l. overgaaet til dette Laboratorium og har givet Plads for almindeligere Arbejder af beslægtet Art.

Adskillige af Arbejderne er Undersøgelser eller Justeringer af de almindeligt i Laboratoriet eller Tekniken benyttede fysiske Maaleinstrumenter. Gennem saadanne Undersøgelser vindes Kendskab til Størrelsesordenen af Fejlene paa de i Handelen forekommende Instrumenter (Termometre, Aræometre o. l.), og Nødvendigheden af at anvende undersøgte Maaleinstrumenter eller selv forud at undersøge dem indskærpes. Derved modarbejdes den almindelig udbredte kritikløse Betragtning af Maaleinstrumenter som fejlfri.

Om det daglige Undervisningsarbejde i Laboratoriet skal her kun gives ganske faa Oplysninger. — Eleverne arbejder enkeltvis og gaar til de forskellige Øvelser efter Tur, idet dog Øvelserne varieres med forskellige Objekter og Opgaver fra Dag til Dag, hvor det kan lade sig gøre. Det ret ringe Antal studerende (12—14), der arbejder samtidig, betinger, at Assistenternes mundtlige Vejledning og direkte Tilsyn med de studerendes Arbejde faar stor Betydning. I Reglen bliver Misforstaaelser og Fejltagelser opdagede og rettede under Arbejdet, saa Læreren ved Øvelsesdagens Afslutning har nogen Sikkerhed for, at hver studerende har faaet et rimeligt Udbytte af Dagens Arbejde. Derved bødes i nogen Grad paa den Ulempe, der følger med, at de studerende i Reglen kun arbejder en Dag med hver Opstilling. Forøvrigt er adskillige Arbejder saa nøje sammenknyttede, at de den ene Dag vundne Erfaringer direkte kommer til Anvendelse og kan uddybes den næste Dag.

Ved hvert Arbejde findes i Laboratoriet Vejledninger, der dels supplerer Haandbøgerne, dels giver de fornødne praktiske Anvisninger og Vink. De forholdsvis faa studerende og den stadige Udvikling af Kursuset har hidtil forhindret, at disse Vejledninger blev udgivne. Nu da Kursuset har faaet en foreløbig Afslutning, har man forsøgsvis ladet nogle Vejledninger fremstille i saa mange Eksemplarer, at de studerende Ugen før og Ugen efter Arbejdet kan laane et Eksempplar hjem.

For hvert enkelt Arbejde forlanges en skriftlig Rapport med Beskrivelse af og Teori for Apparat og Metode, med Resultaterne af alle gjorte Iagttagelser, med de vigtigste Regninger, der fører til det søgte Resultat, foruden en Diskussion af Metodens og Resultatets Brugbarhed og Nøjagtighed.

Viser Rapporten, at Arbejdet er utilfredsstillende udført, maa det naturligvis helt eller delvis gøres om.

Den i Indledningen omtalte praktiske Prøve i Fysik for Kemikere erstattedes i 1903 med den Bestemmelse, at de studerende for at maatte indstille sig til 2. Del af Eksamen skal have Attest for paa tilfredsstillende Maade at have gennemgaaet Fabrikingeniørernes fysiske Øvelseskursus. Med det voksende Antal studerende blev Arbejdet med de praktiske Eksamensopgaver for overvældende; praktisk Prøve i Fysik rummer ogsaa adskillige Farer for Uheld, som uden Eksaminandens Skyld kan ødelægge Resultatet.

Det følger af sig selv, at Laboratoriet vil yde viderekomne blandt de kemi-studerende, som maatte ønske Lejlighed til at udføre mere selvstændige fysiske Undersøgelser, og som kan antages at have tilstrækkelig eksperimental Erfaring, al mulig Hjælp ved at stille til Raadighed, hvad der haves disponibelt af Plads og Apparater ligesom ogsaa ved direkte Vejledning. Naar Laboratoriets tredje Afdeling i 1912 er bleven færdig, vil der være Betingelser for Udførelse af Specialundersøgelser paa de vigtigste Omraader af Fysiken, og det kan da ventes, at Laboratoriet hyppigere end hidtil vil blive søgt af ældre og yngre Videnskabsdyrkere.

## Fysikernes Laboratorium.

Som før nævnt er denne 3. Afdeling af Laboratoriet endnu i sin Vorden. Af den 5-aarige Bevilling er Bidragene for de tre første Aar medgaaede til Anskaffelse af Akkumulatorbatteriet og tilhørende Ledningsanlæg, af Inventar og Værkstedsudstyr, af et 8-Hestes Maskinanlæg til Fremstilling af draabeflydende atmosfærisk Luft, samt af en Samling Instrumenter, hvoraf følgende er de vigtigste:

Et stort Katetometer, Pendulur med Kompensation for Forandringer i Temperatur og Lufttryk, et Barometer, Gaedes Kvægsøvluftpumpe, Olieluftpumpe, Apparater til radioaktive Maalinger, Apparater til Mikrofotografi, Ultramikroskopi, Metalmikroskopi, Spektralapparat med optiske Systemer saavel af Glas som af Kvarts (til lige Monokromator), Spektrofotometer, Fabry og Perots Bølgelængdeetalon, Polarisationspektrometer, Apparat til Forsøg over Lysets Bøjning, Abbes og Pulfrichs Totalreflektometre, Pansergalvanometer, en større Induktor, Mercedes Influenzmaskine, et registrerende Galvanometer for termoelektriske Maalinger. Endelig det meste Udstyr for Laboratoriets elektriske Afdeling, derunder en Dudells Oscillograf med Tilbehør, en større Elektromagnet, Induktor med forskellige Afbrydere, en Resonansinduktor paa ca. 1 Kilowatt., en Højfrekvensmaskine samt en fuldstændig Samling af Præcisionsnormaler for Jævnstrømsmaalinger.

De fleste af disse Instrumenter venter endnu paa de Installationer, som skal gøre dem let anvendelige i Overensstemmelse med den Plan, som er lagt for Brugen af Lokalerne. Naar Laboratoriet er bleven færdig indrettet, vil der forefindes faste Opstillinger for følgende Arbejder:

Rumfangs- og Vægtfyldemaalinger for faste Legemer og Vædske i Lokalet L i Kælderen.

Fundamentale Temperaturmaalinger og Kalorimetri i P i Stuen.

Undersøgelse af Termometre, Arbejde med elektrisk Ovn og Pyrometri i M i Kælderen.

Arbejde med Kvægsøvluftpumpe, Undersøgelse af Luftarter i H, 1. Sal.

Arbejder med Luftarter under store Tryk, Fremstilling af flydende Luft i Z i Kælderen.

Varmestraaling og Varmeledning i R og Q, 1. Sal.

Radioaktive Arbejder i I, 1. Sal.

Spektralanalyse med Gitterspektroskop, Spektrofotometri, Ultramikroskopi, Mikroskopisk Fotografering, i Ø i Kælderen.

Lysets Polarisation og Bøjning i F i Kælderen.

Elektriske og magnetiske Maalinger i E og U, 1. Sal.

Arbejder med Røntgenstråler og andre Stråler af elektrisk Oprindelse i X og S, 1. Sal.

Som det vil fremgaa af det foregaaende, vil alle Laboratoriets Lokaler være optagne af Installationer, hvoraf næppe nogen kan undværes eller indrettes nogenlunde tilfredsstillende paa mindre Plads end den her til Raadighed værende. Skulde der opstaa helt nye Arbejdsfelter, saaledes som Tilfældet har været i de senere Aar ved Røntgenstrålerne og de radioaktive Stoffers Opdagelse, vil Laboratoriet vanskelig kunne optage dem. Et andet Savn ved den begrænsede Plads er det, at man kun har meget knappe Lokaler til Disposition for specielle Arbejder, som man maatte ønske udførte

i Laboratoriet. Da Lokalerne og deres Beliggenhed i Forvejen var givne, ligger det hele ikke saa bekvemt ordnet, som Tilfældet vilde have været, hvis Bygningen var bleven opført med sin nuværende Anvendelse for Øje. Imidlertid betegner Laboratoriets Tilvejebringelse dog et mægtigt Skridt fremad i Retning af at skaffe Betingelser for videnskabeligt fysisk Arbejde.

En ikke uvæsenlig Fordel følger med, at Laboratoriet, i Modsætning til hvad der andetsteds sædvanlig er Tilfældet, i kort Tid er ført op paa bar Bund; herved er der vundet, at Laboratoriet vil komme til at staa med nyt og derfor fuldt ud tidsvarende Materiel paa alle de Omraader, for hvilket det er indrettet.

## Fysisk Laboratoriums Samarbejde med Justervæsenet.

Vedtagelsen af Meterloven af 4. Maj 1907 medførte, at der til Brug for Justervæsenet maatte fremskaffes Normaler for Længde- og Vægtenheder, som var i Overensstemmelse med de internationale Prototyper for Meteren og Kilogrammet. Arbejdet med disse Normalers Undersøgelse blev overdraget fysisk Laboratorium i Henhold til en Overenskomst mellem Indenrigsministeriet og Kultusministeriet.

Der er med dette for Øje bleven anskaffet to fine Vægte; den ene, fra Bunge i Hamborg, er indrettet til Sammenligning af Lodder op til 100 Gram og er forsynet med Mekanisme til Ombytning udefra af de to Skaales Belastning; den anden, fra Collot i Paris, er indrettet til Spejlaflæsning og til Sammenligning af Lodder op til 1 kg ved Tarervejning, idet man i omtr. 2 Meters Afstand fra Vægten gennem leddede Stænger kan bytte det Lod, som ligger paa den ene Vægtskaal, om med et andet i Vægtskabet anbragt Lod. Endvidere er der fra Collot anskaffet Vægtlodder til en samlet Vægt af 50 kg, der skal opbevares i Laboratoriet som Hovednormaler for Justervæsenet. Som Mellemed mellem disse og Danmarks Prototyp af Platin-Iridium for Kilogrammet tjener et Platinkilogram, som fra gammel Tid opbevares paa polyteknisk Læreanstalt. Vægtene er som før nævnt anbragte i Kælderlokalet G.

Til Undersøgelse af Længdemaal tjener en Komparator og en Meter af H-Tværsnit, begge fra „Société Genevoise pour la Construction d' Instruments de Physique“. Til Brug ved Undersøgelsen er endvidere anskaffet sammesteds fra en H-Meter af en Jærn-Nikkellegering samt et fint Længdemaalingsinstrument til ved Følemaalning og Mikroskop at tage udvendige Maal.

Det er ved kgl. Resolution bleven bestemt, at Danmarks Prototyper for Meteren og Kilogrammet fremtidig skal opbevares i det omtalte brand- og indbrudssikre Rum i Laboratoriet.

Arbejdet med Undersøgelsen af de nævnte Normaler har været i Gang fra 1. Febr. 1908. Det udføres under Ledelse af Laboratoriebestyreren af Fysikeren, cand. mag. J. N. Nielsen.

Et Samarbejde med Statsprøveanstalten af lignende Art er under Forberedelse.

K PRYTZ.

## Fysisk Fælleskursus

(Affattet af 1. Assistent, mag. scient. *Jul. Hartmann.*)

### Kursusets Formaal.

Dette Kursus, hvis Lokaler nu holdes aabent tre Gange om Ugen (Tirsdag, Fredag og Lørdag fra Kl. 12—3), er fælles for alle Polyteknikere. Hver studerende ved Lærestalten skal deltage i det en Gang om Ugen et Halvaar igennem.

Kursuset har et dobbelt Formaal, nemlig:

1<sup>o</sup> at bibringe den studerende Kendskab til Fysikens Love gennem praktisk Arbejde med disse; 2<sup>o</sup> at lade den studerende stifte Bekendtskab med Fysikens Arbejds metode gennem en Undervisning i Maaling.

Noget Kendskab til den alm. Maaleteknik har vist sig nødvendig for Laboratoriets Hovedformaal — Fysikundervisningen. Maalingen er nemlig et væsentligt Middel for denne Undervisning. Ved Siden heraf tjener Undervisningen i Maaleteknik imidlertid ogsaa til særlig for Polyteknikerens Uddannelse vigtige Formaal. Disse kan angives saaledes:

1<sup>o</sup> Samtidig med at den nævnte Undervisning lærer Eleven Fysikens Arbejds metode at kende, lærer den ham ogsaa Teknikens, naar Talen er om Maaling. Der er nemlig absolut ingen Forskel paa Fysik og Teknik, hvad Arbejdsmaaden paa dette Omraade angaar. 2<sup>o</sup> Laboratoriets Undervisning i Maaling er en Undervisning og Indøvelse i at skelne mellem væsentligt og uvæsentligt. 3<sup>o</sup> Laboratoriets

Undervisning i Maaling er endelig en Undervisning i at benytte det Redskab, Matematikken er, paa en Række praktiske Opgaver fra den Virkelighed, Teknikeren i sit Arbejde faar med at gøre.

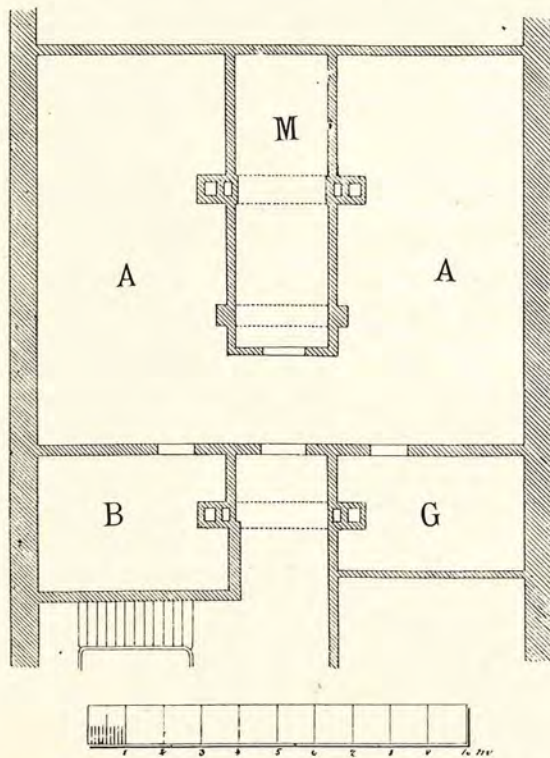


Fig. 10. Grundplan for fysisk Fælleskursus' Lokaler.

### Kursusets Laboratorier.

Kursuset har sine Lokaler paa 3. Sal i Lærestaltens fysiske Fløj. De bestaar af de i Planen, Fig. 10 viste Rum, A, B, G og M. Hovedlokalet A med M er ca. 100 m<sup>2</sup> stort.

Venstre Afdeling af A benyttes til de elektriske og magnetiske Øvelser og Maalinger, højre til Arbejder, der væsentligt henhører under mekanisk Fysik og Varmelære. M er ved et Forhæng delt i to Dele. I den forreste Del staar Laboratoriets, Fotometerbænk. Den bageste benyttes til Studiet af staaende elektriske Svingninger (Drudes Oscillator).<sup>1</sup>



Fig. 11. Lokale for fysisk Fælleskursus.

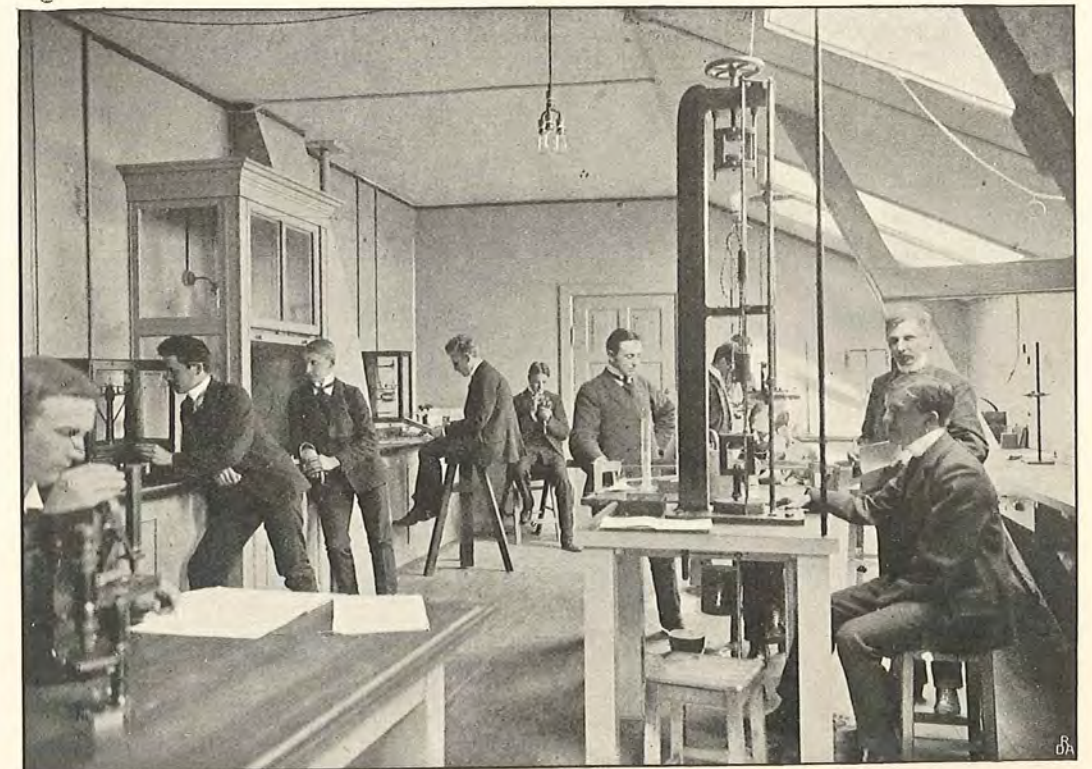


Fig. 12. Lokale for fysisk Fælleskursus.

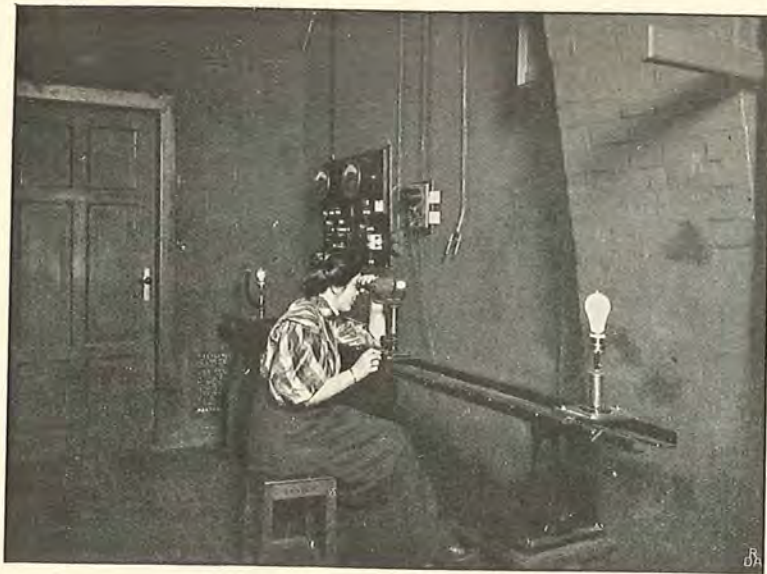


Fig. 13. Fotometerrum.

### Laboratoriets Apparater.

Efter Laboratoriets Reorganisation, der har fundet Sted i de sidste 3 Aar, ejer fysisk Fælleskursus en forholdsvis rig Samling af Apparater baade for den praktiske Undervisning i Fysik og for Maaleteknik. De vigtigste af disse Apparater eller Apparatgrupper anføres her:

#### Apparater for Undervisningen i Fysik.

##### A. Mekanisk Fysik.

###### *Den svingende Bevægelse.*

1<sup>o</sup> Svingningsapparat for lodrette Svingninger.

2<sup>o</sup> Snovægt.

(Disse Apparater tjener til Studium af langsomme mekaniske Svingninger og disses Anvendelse i Kraftmaaling, til Bestemmelse af Vædskers indre Gnidning m. m.).

3<sup>o</sup> Galtonpipen med Kundts Rør, Stemmegaffer o. s. v.

(Hurtige mekaniske Svingninger).

4<sup>o</sup> Drudes Oscillator med Paralleltraade.

5<sup>o</sup> En elektrisk Svingningskreds med Maalekreds, Termoelement, Galvanometer m. m.

(Ved disse Apparater, 4<sup>o</sup> og 5<sup>o</sup>, studeres elektriske Svingninger).

###### *Energiomsætning.*

1<sup>o</sup> Elektrisk Kalorimeter. Varmens elektriske Ækvivalent.

2<sup>o</sup> Joules Apparat. Varmens mekaniske Ækvivalent.

###### *Legemernes elastiske Egenskaber.*

1<sup>o</sup> Stræknings- og Torsionsapparat for Traadprøver (indtil ca. 5 m/m).

2<sup>o</sup> Bøjningsapparat for Materialier i Stangform.

###### *Vædskers Strømning og indre Gnidning.*

1<sup>o</sup> Bad med Kapillarrørsapparat.

##### B. Læren om straalende Energi.

###### *Spektralanalyse.*

1<sup>o</sup> Spektroskop med Induktor, Gniststativ, Buelampe m. m.

G er Laboratoriets optiske Rum.

B er Laboratoriets Kontor.

B anvendes dog ogsaa i vid Udstrækning til Arbejdsrum for de studerende.

Fig. 11, Fig. 12 og Fig. 13 viser henholdsvis venstre og højre Afdeling af A, samt Fotometerrummet i M en Arbejdsdag.

###### *Lovene for Legemernes Udstråling.*

1<sup>o</sup> Elektrisk opvarmet Ovn, Termoelement, Bolometer, Galvanometer m. m.

###### *Polarisationsplanens Drejning.*

1<sup>o</sup> Polarisationsapparat, særlig bestemt for Sukkerundersøgelse.

###### *Lysets Bøjning.*

1<sup>o</sup> Ives Gitter.

##### C. Elektricitetslæren.

*Opstilling til Bestemmelsen af Karakteristiker for Buelamper, Traadglødelamper, Elektrolyter m. m.*

(Voltmeter, Millivoltmeter med Shunter, Maalemodstande, Regulermodstande m. m.)

*Opstilling for Studiet af stærke magnetiske Felter og saadanne Felters Egenskaber.*

(En stor Elektromagnet, Vismutspiral, Samling af para- og diamagn. Stoffer m. m.)

*Opstilling for Studiet af Jærns Magnetisering.*

(Magnetometer.)

*Apparat til Fremstilling af luftfortyndede Rum og Studium af elektriske Udladningsfænomener i saadanne.*

*En Række særlige Apparater, der ikke indgaar i den normale Undervisning, Selencelle, Kapillarelektrometer.*

Som man vil lægge Mærke til, er der ved Valget af disse Apparater ikke taget Hensyn til Studiet af Legemernes eller de fysiske Systemers mere fundamentale Egenskaber (Vægtfylde, Varmefylde, Brydningsforhold, Linsers Brændvidde, Ledningsmateriale elektriske Modstand o. s. v.). Disse Egenskaber studeres nemlig bedst ved at studere de særlige Maalemetoder, der i Tidens Løb er udviklede til Maaling af dem. Paa den anden Side frembyder disse Metoder et udmærket Stof for en Undervisning i Maaling. Laboratoriets Undervisning i Maaleteknik er derfor i væsentlig Grad grundet paa Fysikens fundamentale Maalemetoder og Maaleapparater. Dette vil fremgaa af følgende Oversigt over de væsentligste af de Apparater og Opstillinger, der tjener Undervisningen i Maaling.

#### Apparater for Undervisningen i Maaling.

##### A. Apparater for Længdemaaling.

Almindelige Maalestokke, Skydelærer, Katetometer, Mikrometerskruer, Sfærometer, Mikroskop med Okularmikrometer og Mikromaalestok, Mikroskop forstilleligt i Højden ved en Maaleskrue, Komparator (lodret).

B. Apparater for Vinkelmaaling og herpaa grundede Metoder.  
Goniometer (Brydningsforhold), Spejlaflæsningskikkerter.

##### C. Apparater for Kraftmaaling og Vejninger.

Snovægten (Jordfeltets magn. Horizontalkomponent m. m.). Grovere Vægte, Milligramvægt, Westphals Vægt, Flydevægte m. m., Ure.

D. Apparater til Temperaturbestemmelser samt Bade o. l. til Frembringelse af konstante Temperaturer.

Termometre fra  $\div 190^{\circ}$  til  $+ 350^{\circ}$ , Dewars Kar for flydende Luft, Bade for smeltede Salte, Kogekolbe med Svalerør, Bad med Termoregulator.

- E. **Apparater for Bestemmelse af Varmemængder.**  
Elektrisk Kalorimeter med Volt- og Ampèremeter (se ovenfor).
- F. **Apparater for Maaling af Linsers Konstanter.**  
To optiske Bænke, Kikkert, Linseholdere m. m.
- G. **Apparater for Lysmaaling.**  
Fotometerbænk med fuldstændig elektrisk Fordelingstavle, med Hefnerlampe, Stativ til Bestemmelse af Glødelampers sfæriske Udstråling, Spejle m. m.
- H. **Apparater for tekniske Strøm-, Spændings- og Modstandsmaalinger.**  
Præcisionsvoltmetre med Forlagsmodstande, Præcisionsmillivoltmetre med Shunter, Regulermodstande, Maalemodstande m. m.
- I. **Opstilling for de fundamentale elektriske Jævnstrømsjusteringer.**  
Kompensationsapparat med Normalelement, Normalmodstande, Regulermodstande o. s. v. Hertil Spejlgalvanometer.
- K. **Maalebroer for elektrisk Modstandsmaaling.**  
1<sup>o</sup> Proppebro med Spejlgalvanometer.  
2<sup>o</sup> Traadbro med Visergalvanometer.
- L. **Galvanometer til Maaling af meget store Modstande og meget svage Strømme.**
- M. **Ballistisk Galvanometer til Maaling af Induktion, Kapacitet, Jærns Magnetisering, stærke magn. Felter m. m.**
- N. **Broopstilling med Vismutspiral til Maaling af stærke magn. Felter.** (Se ovenfor under Opstilling for Studiet af stærke magn. Felter).
- O. **Magnetometer for Maaling af svage magn. Felter og Undersøgelse af Staal-magneter (se ovenfor).**
- P. **Maaleapparater for de alm. Vekselstrømsmaalinger.** (Vekselstrømsgenerator fælles med fysisk Laboratoriums elektriske Afdeling).

#### Laboratoriets Materialsamling og Samling af Maaleobjekter.

Til Arbejdet med de anførte Apparater ejer Laboratoriet en rig Samling af Maaleobjekter — Linser for den optiske Bænk, Lamper til Fotometerbænken, elektriske Modstande for Modstandsmaalingen, Staal-magneter o. s. v. o. s. v. — Desuden et Lager af Prøver, Traadmateriale og Stænger for de elastiske Undersøgelser, Sukkerprøver, Olier for Viskositetsbestemmelserne, forskellige Vædske for Vægtfylde og Kogepunktsbestemmelser, Salte, imprægnerede Kul og Metalprøver for Spektralanalysen o. s. v. o. s. v. Alt dette Tilbehør, der er nødvendigt for Undervisningen, er ordnet i Skabe. I lignende Skabe findes anbragt i nummererede Æsker alle de Hjælpeapparater, der hører til hver af Laboratoriets normale Øvelser.

#### Øvelserne i Laboratoriet.

Hver af de ovenfor anførte Opstillinger har sin bestemte Plads i Laboratoriet. Med hver Opstillings Apparater lader der sig i Almindelighed udføre en Række forskellige Øvelser, hvis Ordlyd er angivet i Laboratoriets Opgavesamlinger for Undervisningen i Fysik og Maaleteknik. Disse Samlinger indeholder op mod 150 Øvelser, hvoraf mange atter kan varieres ved Valget af Maaleobjekter. Der er altsaa rig Mulighed for Variation i de Øvelser, der gives de studerende. Det maa der imidlertid ogsaa være, naar Talen er om Undervisning af saa mange Elever. Ellers kan Læreren ikke vide noget sikkert om Værdien af den enkelte Elevers Arbejde.

Over hver Arbejdsplads er der opslaaet en Tavle med Ordlyden af de Opgaver, der kan udføres med den Opstilling, som her har sin Plads. Paa denne Tavle har hver Opgave sit Nummer, det samme, som er anbragt paa den Kasse eller Æske, der indeholder de for Opgavens Løsning nødvendige Hjælpeapparater.

#### Synspunkter for Valget af Øvelser og Apparater.

Et Hovedsynspunkt ved Organisation af Laboratorier og Undervisning har været det, at Undervisningen skulde være en Virkelighedsundervisning, der benytter de Midler, de studerende vil træffe i det praktiske Liv, og arbejder strængt efter den Arbejdsmetode, der karakteriserer alt godt praktisk Arbejde, hvad enten dette er af videnskabelig eller teknisk Art. Derfor bestaar Laboratoriets Udstyr, hvad de gængse Maaleapparater, Maaleskruer, Vægte, elektrisk Viserinstrumenter m. m. angaar, i væsentlig Grad af de talrige udmærkede Typer, som Fysik og Teknik i Fællesskab har skabt; de som oftest overordentlig tarvelige eller ganske ubrugelige Modifikationer for Undervisning — saakaldte „Undervisningsapparater“ — har været holdt ganske udenfor. Det samme har været Tilfældet ved Laboratoriets Udstyr med Apparater for den egentlige Fysikundervisning. Disse Apparater er for en ikke ringe Parts Vedkommende konstruerede af Forfatteren til denne Oversigt efter forudgaaende Forsøg og ud fra det Synspunkt, at de skulde tillade et Arbejde med det Præg, der er karakteriseret ovenfor. Iøvrigt har det været et Ledemotiv, at de Arbejder, de studerende fik med at gøre i Laboratoriet i saa høj Grad som muligt skulde være af Interesse netop for den vordende Ingeniør. Derfor er der f. Eks. lagt saa stor Vægt paa Studiet af den svingende Bevægelse (mekaniske og elektriske Svingninger, Resonans), af Legemernes elastiske Forhold, af elektriske Maalemetoder o. s. v.

#### Undervisningsmaaden.

I Undervisningsmaaden er der i Tidens Løb sket ikke uvæsentlige Forskydninger. Den Undervisningsmaade, Forfatteren, som Forholdene nu er, maa anse for den bedste, d. v. s. den, der giver Eleven det største Udbytte af Arbejdet, er Toldagssystemet. Eleven beskæftiger sig to Dage med hvert Forsøg. Den første Dag gaar med til Orientering, foreløbige Forsøg o. l., ved hvilke Arbejdets eventuelle Vanskeligheder og dets Ejendommeligheder opdages. Denne Arbejdsmaade er jo i Virkeligheden den, som Erfaringen lærer i Almindelighed er den mest praktiske ved alt Arbejde paa nye Felter. Den tillader ikke Eleven at stifte Bekendtskab med saa mange forskellige Omraader som Endagssystemet, men til Gengæld bliver Kendskabet til de Omraader, der dyrkes, intimere. Ialt arbejder hver Elev i Halvaarets Løb med 7 à 8 sammensatte Forsøg af fysisk og maaleteknik Karakter.

Det gennemsnitlige Antal Elever i Halvaaret har de sidste Semestre (1908—1910) været ca. 80, altsaa ca. 27 hver Øvelsesdag. Disse Elever er fordelt paa 4 Rækker med noget forskellige Øvelser, saaledes at der i nogen Grad kan tages Hensyn til Elevernes Studieretning. Første Række er særlig bestemt for Elektroteknikere, anden for Maskiningeniører, tredje for Bygningsingeniører og fjerde for Fabrikingeniører.

#### Rapporter over Arbejdet.

Over det udførte Arbejde leverer den studerende Rapport. Denne gennemses og rettes af Laboratoriets Assistent. Efter den første Dags orienterende Arbejde giver Eleven paa Grundlag af dette Arbejde en Beskrivelse af, hvorledes han tænker sig Forsøget eller Maalingen udført, foruden et Overslag over den Sikkerhed, Resultatet af Maalingen maa antages at kunne faa. Efter den anden Dags Arbejde leveres

en Rapport over Resultatet af det endelige Forsøg med en Kritik af dette Resultat, hvis Sikkerhed sammenlignes med den overslagsmæssige, og hvis Rigtighed søges kontrolleret paa saa mange Maader som muligt.

### En Arbejdsdag i Laboratoriet.

En Forestilling om Undervisningens daglige Gang og det Apparat, den kræver sat i Scene, faas ved et Besøg i Laboratoriet en Arbejdsdag. Planen for hver Arbejdsdag i Halvaaret lægges, før Semestret begynder. Planen er angivet i Laboratoriets Arbejdsskema. Af dette ses to Ting:

- 1<sup>o</sup> De Opgaver, hver Elev skal arbejde med paa enhver af Halvaarets Øvelsesdage.
- 2<sup>o</sup> De Hjelpeapparater, der skal sættes frem paa enhver af Laboratoriets Arbejdspladser en vilkaarlig Øvelsesdag.

Dette Laboratoriets Hovedskema er overordentlig sammentrængt; det fylder næppe to Foliosider. At samle alle de nævnte Angivelser paa denne Plads er naturligvis kun bleven mulig derved, at hver normal Øvelse har sit bestemte Nummer og ved, at Hjelpeapparaterne og Maaleobjekterne, svarende til hver Øvelse, er samlede i en Kasse, forsynet med Øvelsens Nummer.

Arbejdsdagen begynder med, at Laboratoriets Betjent efter Hovedskemaets Angivelse stiller de for Dagens Arbejde nødvendige Hjelpeapparater og Maaleobjekter frem. Kl. 12 tager Øvelserne deres Begyndelse. Eleven ved paa dette Tidspunkt baade, hvilken Opstilling han skal arbejde med, og hvilke særlige Forsøg han skal gøre med denne Opstilling. I Laboratoriet er nemlig for det første opslaaet et Skema, der giver Oplysning om Elevens Arbejdsplads en vilkaarlig Øvelsesdag. Dernæst faar hver Elev ved Semestrets Begyndelse udleveret en Plan for de Arbejder, han skal udføre i Halvaarets Løb. Paa denne er hver Dags særlige Forsøg angivne ved de samme Numre som i Hovedskemaet. Idet der nu ved hver Arbejdsplads er opslaaet en Tavle med Ordlyden for disse Forsøg, kan Eleven altsaa i Forvejen have gjort sig bekendt med denne, hvilket atter betyder, at han ved Hjælp af sine Lærebøger og de Vejledninger, der er udgivet til Brug ved Arbejdet i Laboratoriet, paa Forhaand kan have skaffet sig de nødvendige teoretiske Oplysninger om det Arbejde, han skal tage fat paa. Eleven kan da i Almindelighed straks begynde Arbejdet, hvis normale Forløb er antydnet ovenfor. (Det orienterende Arbejde — det endelige Arbejde).

Som Lærer ved Laboratoriet fungerer i Øjeblikket fysisk Laboratoriums Første-assistent; denne har i de sidste Par Aar haft en yngre Medhjælper. Forud for Øvelserne har Assistenten og hans Medhjælper gennemset forrige Øvelsedags Rapporter, og der er i Laboratoriets Arbejdsprotokol indført en Karakter eller Bemærkning for hvert Arbejde. Den nuværende Assistent plejer at undervise paa den Maade, at han bruger den første Arbejdstime til Samtaler med Eleverne enkeltvis om de leverede Rapporter. Derefter gaar han rundt til de forskellige Arbejdspladser og taler med hver Elev om Dagens Arbejde for at undersøge, om Eleverne forstaar dette og for at bringe dem til at tænke selvstændigt over Forsøget, i det hele taget for at hjælpe Eleverne til et forøget Udbytte af Arbejdet.

Kl. 3 er den normale Arbejdsdag til Ende; men Laboratoriet holdes i Virkeligheden i Almindelighed aaben til Kl. 4<sup>1/2</sup> for de Elever, der maatte ønske at arbejde videre med deres Forsøg. I det hele giver Laboratoriet de enkelte Elever den størst mulige Arbejdsfrihed. Laboratoriet sætter sig f. Eks. ikke imod, at det normale Arbejdsskema fraviges, hvad Opgaverne angaar, naar en flink Elev ønsker at arbejde med andre Forsøg, der maatte interessere ham, og Laboratoriet stiller til den flittige Elev ingen Fordring med Hensyn til Mængden af ydet Arbejde.

### En foreløbig teoretisk Undervisning i Maaleteknik, knyttet til fysisk Fælleskursus.

Det var Udviklingen af den praktiske Undervisning i Fysik, der i sin Tid krævede nogen Undervisning i Maaleteknik, fordi Fysikundervisningen dels benytter Maalingen som Middel, dels selv er en Indøvelse i visse Maalemetoder. Senere har Laboratoriet, som nævnt ovenfor, taget den Opgave op at give en nogenlunde systematisk Undervisning i Maaling. Det viste sig da, at der maatte nogen teoretisk Vejledning til. Forfatteren af disse Linier begyndte da at indsamle Materiale til og udarbejde Forelæsninger, egnede for Polyteknikernes Undervisning i dette nye Fag. Disse Forelæsninger er nu bleven holdt de sidste 2 Aar, hidtil dog uden at være autoriserede af Lærestalten, men blot efter Aftale mellem Deltagerne i Kursuset og Laboratoriets Assistent.

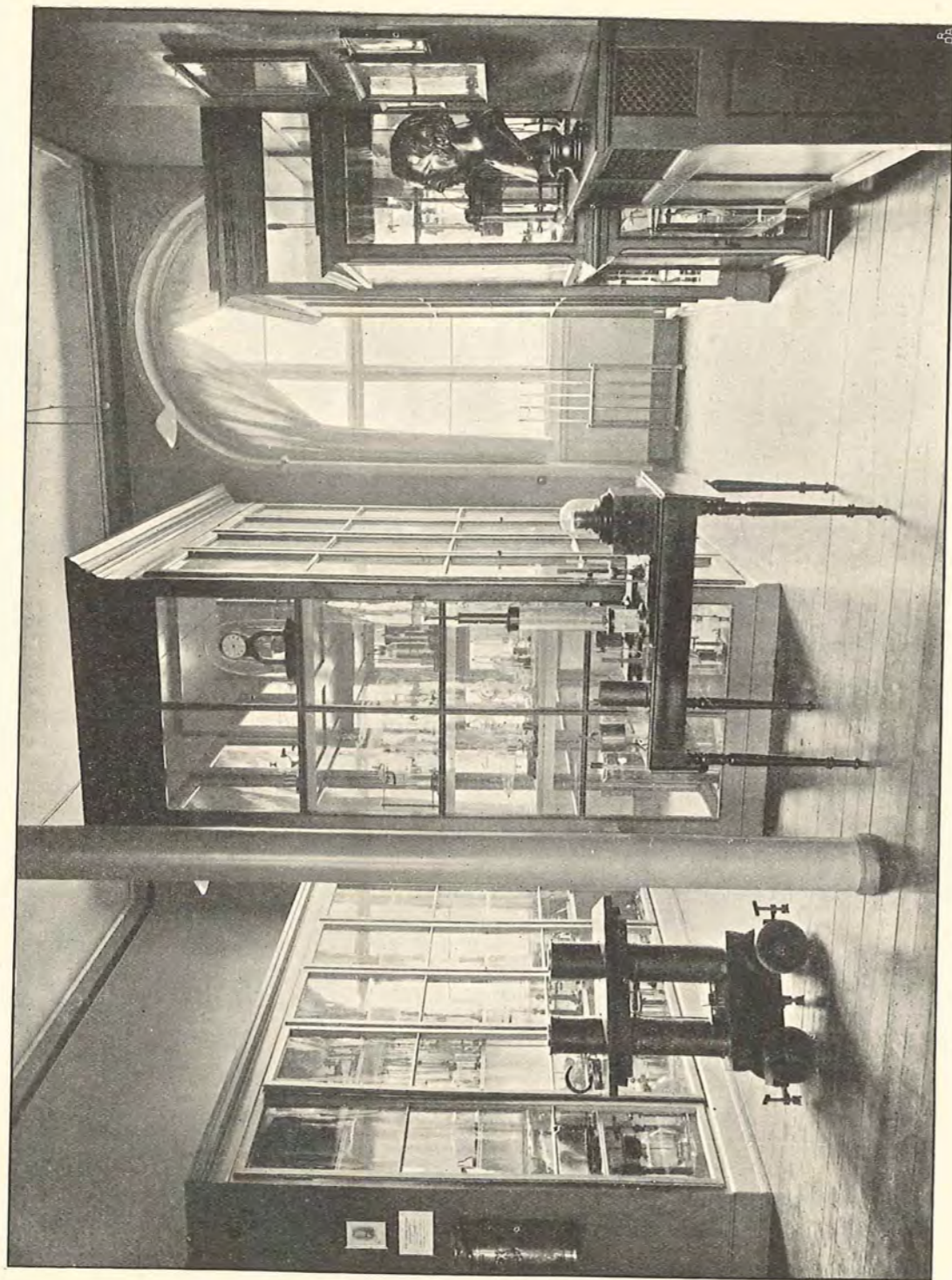


Fig. 14. Lokale i den fysiske Samling, med H. C. Ørstedes Apparater i Forgrunden.

## Den fysiske Samling.

Den fysiske Samling er grundlagt af Professor Kratzenstein, der blev ansat som Professor i eksperimental Fysik under det medicinske Fakultet i Aaret 1753. Til Brug ved sine Forelæsninger anskaffede han sig en for den Tid meget anselig Samling af Instrumenter, som han skænkede til Staten. Den største Del af denne Samling gik til Grunde ved den store Ildebrand i 1795; en Del gamle elektriske Apparater, som findes i Samlingen, antages dog at være Resten af Kratzensteins Gave.

Den nuværende Samling er grundlagt af H. C. Ørsted, som paa sine Udenlandsrejser indkøbte en Mængde Apparater. Deriblandt kan fremhæves en Del historisk interessante Ting fra Frauenhofer i München, navnlig Spektralapparater med Prismer og Gitre; ligeledes originale Apparater efter Fresnel; det synes i det hele, at Ørsted har interesseret sig meget for Optik. Af Ørstedes egne Apparater fremhæves forskellige Former af Piezometret, Apparater til Maaling af Haarrørvirkningen, den store Elektromagnet og det kompaslignende Apparat, som han benyttede ved sine Forsøg over Elektromagnetismen.

I sin nuværende Form er Samlingen nærmest indrettet paa at bruges ved Forelæsningerne, medens de egentlige Maaleapparater maa søges i fysisk Laboratorium. De nyere Anskaffelser har væsentligt været beregnede paa Demonstrationer; særlig er der anskaffet en Mængde elektriske Apparater, svarende til de meget store Fremskridt, der har fundet Sted i de sidste Aartier paa Elektricitetens Omraade.

C. CHRISTIANSEN.



Fig. 15. Fysisk Auditorium.



Fig 16. Kemisk Laboratorium. Øvelseslokale for uorganisk kvalitativ Analyse.



Fig. 17 Kemisk Laboratorium. Øvelseslokale for uorganisk Syntese.

## Det kemiske Laboratorium.

Øvelserne i det kemiske Laboratorium har dels til Hensigt at være en Støtte for den teoretiske Kemiundervisning, dels at bibringe Eleverne den størst mulige Færdighed i de i et Laboratorium forefaldende Arbejder. Medens dette sidste er en meget væsentlig Side af Fabrikingeniørernes Undervisning, gælder det for Bygnings-, Maskin- og Elektroingeniørerne nærmest om ved et enkelt Halvaars Øvelser — Reaktionsøvelser og lettere analytiske Opgaver — at give dem det fornødne Grundlag for Forstaaelsen af det elementære Pensum, der hører til deres Kursus.

### Øvelser for Bygnings-, Maskin- og Elektroingeniører.

Øvelserne strækker sig over 1 Halvaar og omfatter et Kursus i Begyndelsesgrundene af den kvalitative uorganiske Analyse.

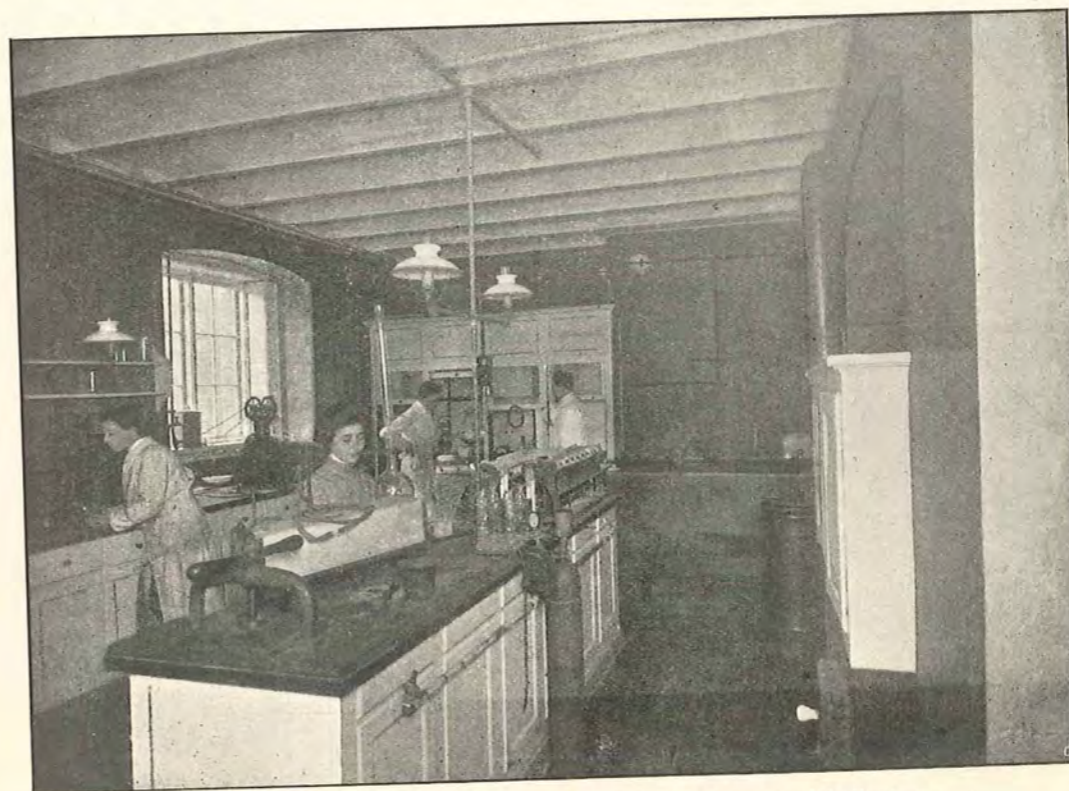


Fig. 18. Kemisk Laboratorium. Øvelseslokale for uorganisk Syntese.



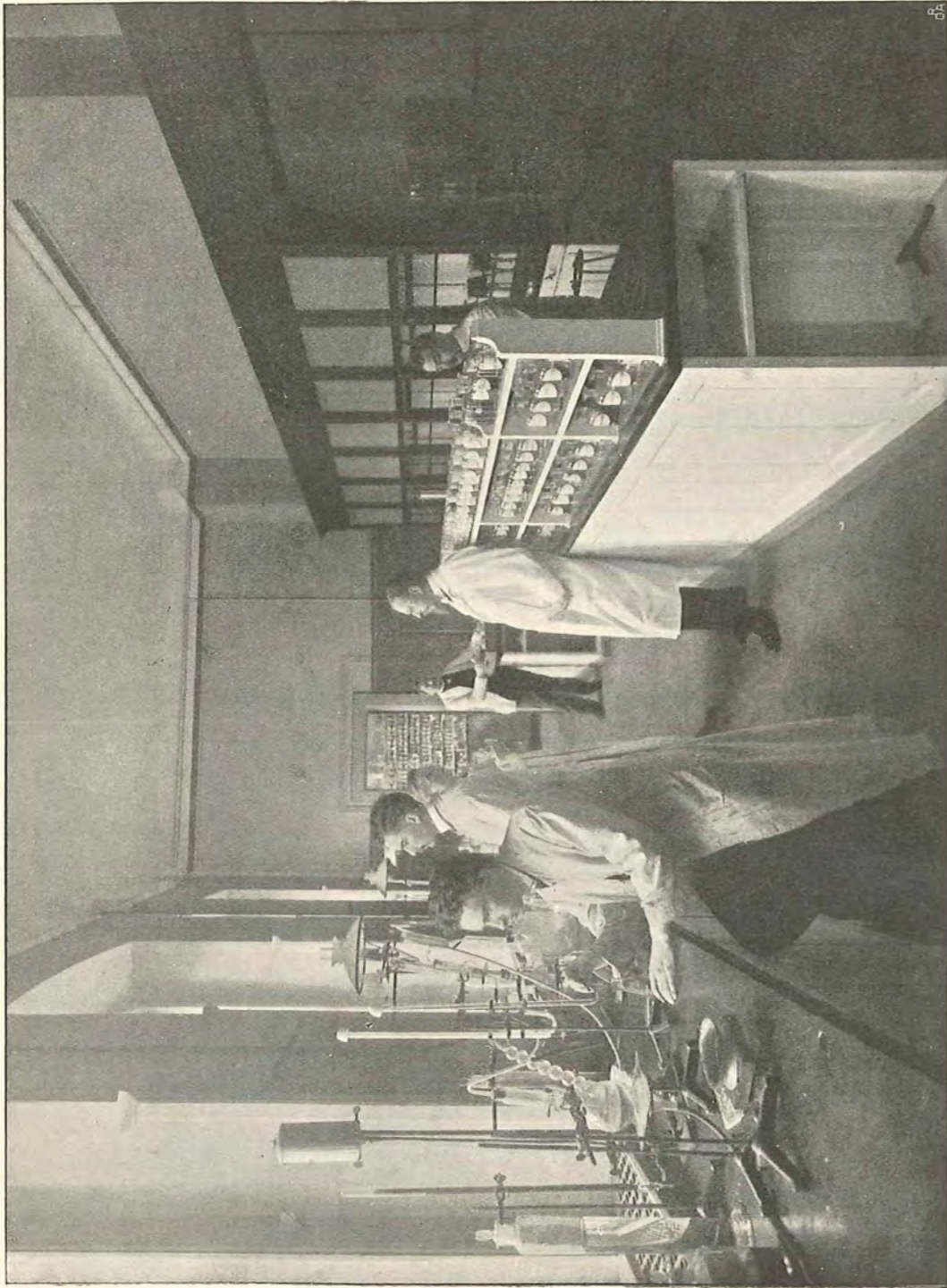


Fig. 19. Kemisk Laboratorium. Øvelseslokale for uorganisk kvantitativ Analyse.

### Øvelser for Fabrikingeniører.

I Løbet af 1., 2. og 3. Halvaar gennemgaar Fabrikingeniørerne et mere og mere udvidet Kursus i uorganisk Analyse, saa at de efter det 3. Halvaars Slutning vil have opnaaet Færdighed i Analyse af enhver Blanding (naturlig eller kunstig) af uorganiske Stoffer (undtagen visse sjeldnere Stoffer). Øvelserne foregaar i Laboratoriet i Stuen (se Fig. 16).

I det 4. Semester indøves de vigtigste syntetiske Metoder til Fremstilling af uorganiske Forbindelser, idet der stilles Eleverne passende Opgaver til Fremstilling af saadanne uorganiske Præparater, som anses for særlig instruktive eller særlig vigtige i og for sig. Disse Øvelser foregaar dels i Stuelaboratoriet (se Fig. 17), dels i Kælderlaboratoriet (se Fig. 18).

Endelig foretages der ogsaa kvantitative, analytiske Arbejder, særlig paa den uorganiske Kemis Omraade; disse Øvelser foretages i Laboratoriet i Stuen (se Fig. 19).

JULIUS PETERSEN.

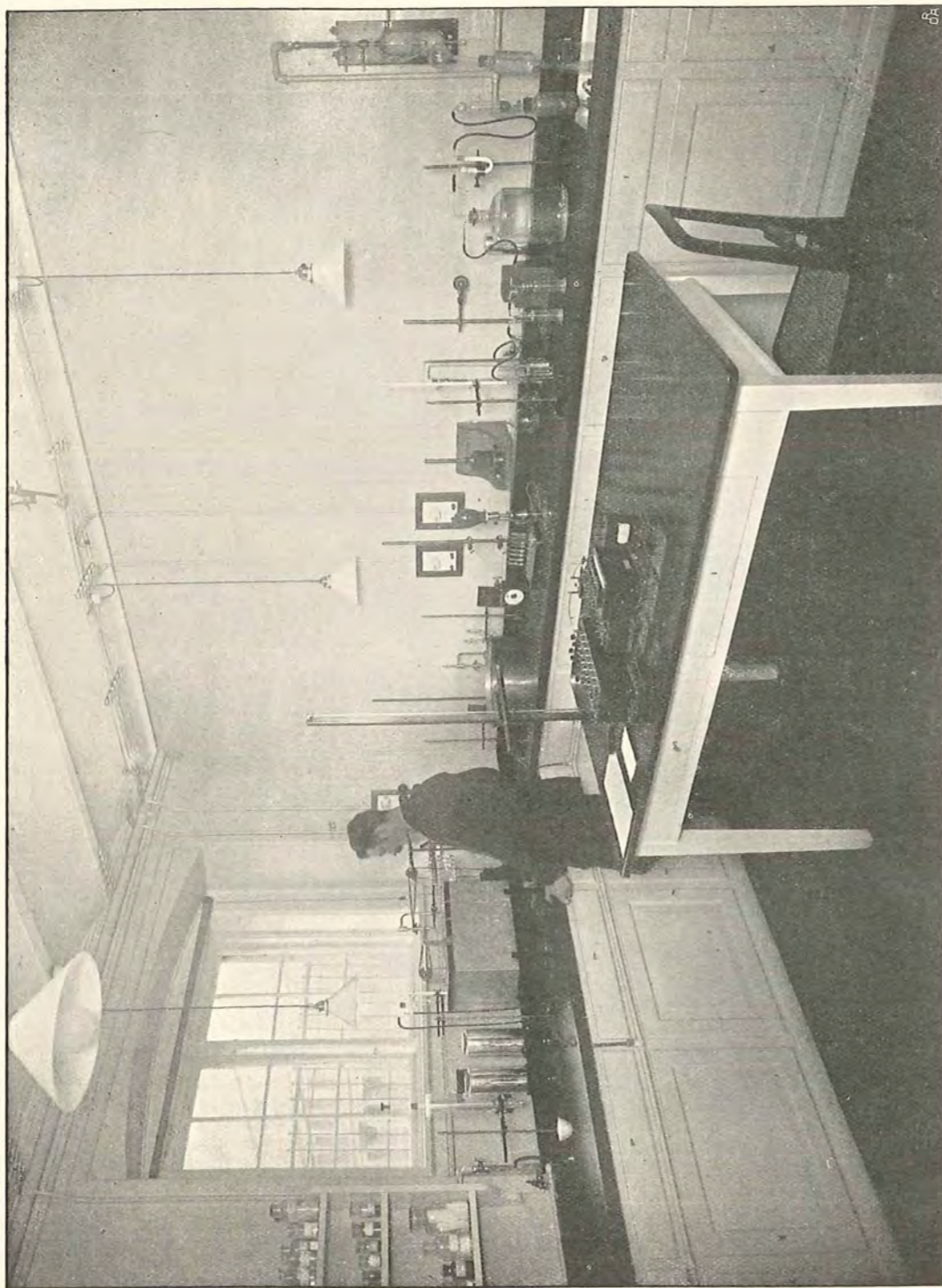


Fig. 20. Lokale i fysisk-kemisk Laboratorium.

## Det fysisk-kemiske Laboratorium.

De studerende stifter her Bekendtskab med de vigtigste fysisk-kemiske Maalemetoder og lærer disses praktiske Anvendelse paa konkrete Opgaver. De vigtigste Øvelser, der udføres i Laboratoriet, er Bestemmelse af opløste Stoffers Molekularvægt ved Frysepunkts- og Kogepunktsmetoden, af Smeltekurver for Blandinger, af Opløselighed, af Dampthæthed og Dampspænding. Endvidere elektrometriske Maalinger, Maaling af galvaniske Elementer, af Enkeltpotentialer med Brint- og Metalelektroder, af Reduktions- og Iltningspotentialer samt af elektrolytisk Ledningsevne og Overføringstal.



Fig. 21. Lokale i fysisk-kemisk Laboratorium.

Fremdeles Affinitetsbestemmelse og Maaling af den kemiske Reaktionshastighed. Endelig termokemiske og fotokemiske Maalinger. Hertil kommer forskellige Øvelser af mere speciel Art.

Det er Formaalet for dette Kursus dels at sætte de studerende ind i saadanne Øvelsers Teknik og bibringe dem Færdighed i deres Udførelse, dels at lette dem Tilagnelsen af det teoretiske Fag.

Laboratoriet staar endvidere aabent for viderekomne, som ønsker at arbejde paa Opgaver indenfor den fysiske Kemis Omraade.

J. N. BRØNSTED.

## Undervisningen i organisk Kemi.

Undervisningen i organisk Kemi for Fabrikingeniører foregaar paa Universitetets kemiske Laboratorium. Til Eksamens første Del omfatter den et Pensum, der giver en Oversigt over Hovedtrækkene af den organiske Kemis Metoder og Resultater. Med dette Maal for Øje gennemgaas den organiske Kemi i en *Eksperimentalforelæsning*, hvor de studerende faar Lejlighed til at se de vigtigste af de Stoffer og Reaktionen, som skal kendes, og hvor Forelæsningsernes Ubundethed tillader at betragte Emnerne under Synsvinkler, der ikke altid kan gøres gældende i en Lærebog paa Grund af de Baand, som Hensynet til Systematiken her altid paalægger. Til Forelæsningen knytter sig i et senere Halvaar et *Eksaminatorium*.

Undervisningen til Eksamens anden Del er baade teoretisk og praktisk. Den teoretiske Del udgøres af et *Eksaminatorium*, der samtidig tilstræber en Kundskabsforøgelse og en Modning, som er mulig paa Basis af det almindelige Overblik, der er erhvervet til 1. Del af Eksamen. Det samme dobbelte Maal haves for Øje ved *Øvelserne*, der strækker sig over 2 Halvaar og omfatter organisk Analyse og Syntese (Præparation). Under de analytiske Øvelser indarbejdes en Række Adskillelses- og Paavisningsmaader for visse, bestemte Stoffer; for Fremtiden vil der tillige blive undervist i de vigtigste Fremgangsmaader til Karakterisering af *vilkaarlige* Stoffer gennem Paavisning af de Radikaler, der er bestemmende for Egenskaberne. Øvelser af denne Art er ganske særlig egnede til at udvikle Omtanke og tvinger paa en gavnlig Maade den arbejdende til at bruge al sin Viden. — De syntetiske Øvelser gaar dels ud paa at indøve den manuelle Færdighed, som er nødvendig for alt Laboratoriearbejde; men ved Siden heraf danner de saa at sige Illustrationsstoffet til den organiske Kemi, idet Opgaverne vælges fra forskellige Hovedomraader og saaledes giver de studerende Lejlighed til at faa Stoffer i Hænde og Reaktionen for Øje, som ved den blotte Læsning let vilde komme til at staa som noget fjernt og uvirkeligt. Fuld Frugt sætter Arbejdet i Laboratoriet dog kun for den, der gør sig grundig bekendt med det teoretiske, som angaar den Opgave, hvormed der arbejdes, og derved faar aabnet Øjet for, hvorledes store eller smaa, men altid mærkelige Naturkræfter sættes i Virksomhed under Eksperimentet for, naar Maalet er naaet, atter at standses ved det rette Indgreb paa det rette Tidspunkt. Til Øvelserne knyttes derfor nu og da Studiet af Originalafhandlinger fra Tidsskrifterne, idet det af disse bedre

end af Lærebøger ses, hvorledes der er arbejdet og søgt, førend den Form fandtes, hvori Metoderne nu almindeligt benyttes. Fabrikingeniørernes hele Studium tvinger dog kun i ringe Grad til Syslen med den videnskabelige, kemiske Litteratur. Der er da Grund til her at opfordre de unge til flittigt at benytte Universitetslaboratoriets fortræffelige Haandbibliotek og til at minde om, at man ved Læsningen af Mestrenes banebrydende Arbejder stilles Ansigt til Ansigt med de store Stifindere, der viste ikke blot Videnskaben, men ogsaa de kemiske Industrier den korte Vej fra at kende til at kunne.

EINAR BIILMANN.

## Undervisningen i Geologi og Mineralogi.

### Geologi.

Ved Undervisningen i Geologi gennemgaas i Foredrag Geologiens Hovedsætninger, idet der lægges Vægt paa Forhold af praktisk Betydning, paa Kendskabet til



Fig. 22. Ekskursionsbillede (Kullag og Lerlag paa Bornholm).

de naturlige Byggematerialer og til de vigtigste mineralske Raastoffer for Industrien. En efter Kursusets Omfang afpasset Studiesamling, til hvilken der er Adgang i Regelen 3 Gange ugentligt, tjener i Forbindelse med Eksaminatorierne til at fuldstændiggøre denne Del af Undervisningen, som foregaar paa Mineralogisk Museum. — En anden vigtig Del af den geologiske Undervisning foregaar paa Ekskursioner. Af praktiske Grunde er disses Antal i Regelen indskrænket til to hvert Aar, nemlig en Udflugt til Stevns Klint og en længere (oftest 5 Dages) Rejse paa Bornholm eller i Skaane. Medens Besøget paa Stevns giver Indsigt i den simple, for den største Del af den danske Slette karakteristiske geologiske Bygning, gør den større Ekskursion det muligt at forklare de Studerende en lang Række Eksempler paa forskelligartede geologiske Fænomener og at gøre dem nøjere bekendt med talrige af de ogsaa i Udlandet vigtigste Bjergartstyper. Paa denne Ekskursion besøges ogsaa adskillige Anlæg for teknisk Udnyttelse af Bjergarterne.

N. V. USSING.

### Mineralogi.

Hensigten med Undervisningen i Mineralogi er væsentligt at give de studerende Øvelse i at foretage en paa een Gang hurtig og sikker Bestemmelse af et forelagt Mineral, saa vidt en saadan er mulig uden fuldstændigere kemiske eller fysiske Under-

søgelse. Eleven begynder for hvert enkelt Mineral med at beskrive de „ydre“ Egenskaber som Haardhed, Farve, Glans, Krystalform m. m. og gaar derefter over til Blæserørsforsøg, hvorved Smeltelighedsgraden og Indholdet af de mest karakteristiske Grundstoffer bestemmes. Dette foregaar hovedsageligt ved Smeltning med Soda og Kul og Iagttagelse af de derved dannede Metalkorn eller Beslag, eller ved Opløsning i Boraks- eller Fosforsaltperler eller ogsaa ved Frembringelse af Flammereaktioner. Endvidere undersøges for de fleste Mineralers Vedkommende Opløselighedsgraden i Saltsyre, medens iøvrigt Reaktionen „ad vaad Vej“ kun i meget ringe Grad benyttes.

Foruden disse Øvelser, der foregaar i to ugentlige Timer i eet Halvaar, afholdes ogsaa, ligeledes i 2 ugentlige Timer, krystallografiske og mineralogiske Forelæsninger og Eksaminatorier. Det tilstræbes her væsentligt, saa vidt Tiden tillader, at give Eleverne Kendskab til de forskellige Krystalsystemer, til de mest fundamentale optiske Forhold ved Krystallerne og til det vigtigste af Mineralsystematikken.

O. B. BØGGILD.

## Det teknisk-kemiske Laboratorium.

De studerende deltager i Øvelserne i 8. Halvaar, efter at de i kemisk Laboratorium paa den polytekniske Lærestanstalt og paa Universitetslaboratoriet har erhvervet Øvelse i Præparation og Analyse. Øvelserne gaar ud paa at indøve saadanne Metoder,

der i Praxis anvendes til Undersøgelse af Raastoffer og Fabrikater, hvis Værdi afhænger af Sammensætningen, og saadanne Metoder, der anvendes for at følge visse kemiske Processers Fremadskriden. Den Nøjagtighed, der forlanges, retter sig i høj Grad efter Behovet, og ofte er Hastigheden, hvormed Svaret kan gives, af afgørende Betydning for Meto-



Fig. 23 En Arbejdsdag i teknisk-kemisk Laboratorium

dernes Anvendelighed. Hvor fysiske Maalinger kan anvendes, indøves saadanne. Der gives endvidere de studerende Lejlighed til at planlægge Undersøgelserækker over en eller anden i Teknikken anvendt kemisk Proces, og navnlig saadanne, der har Betydning for den Fabrikation, som den studerende gennem Opgaven i Fabrikudkast kommer i nærmere Berøring med. I Regelen strækker Tiden ikke til, til at saadanne Undersøgelserækker kan udføres helt, men ved at finde nogle enkelte Resultater kan der faas en Forestilling om, hvad der kan naas ved fortsatte Undersøgelser.

De anvendte Undersøgelsesmetoder er dels hentede fra den tekniske Litteratur og dels uddannede paa Laboratoriet. Som Eksempel paa udførte Arbejder skal nævnes 1) Vandanalyser, Rensning af Fødevand, biologisk Rensning af Afløbsvand med Bestemmelse af de forsvundne organiske Bestanddele. 2) Undersøgelse af Raamaterialer til Cement. Bestemmelse af Kulsyre ved Scheiblers Apparat, Undersøgelse af forskellige Saltopløsningers Indflydelse paa Cementens Afbindingstid og Styrke. Bestemmelse af Cementmængden i gammel Mørtel. 3) Undersøgelse af Ler gennem Slemning og Analyse,

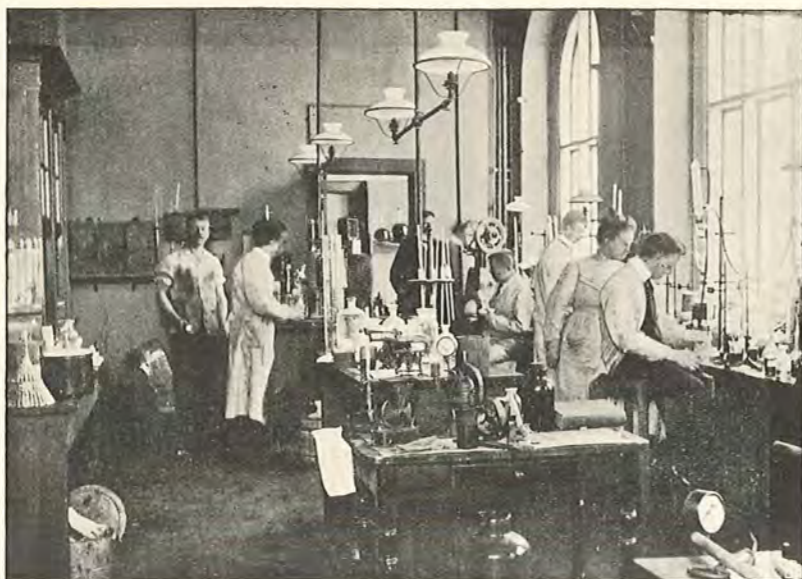


Fig. 24. En Arbejdsdag i teknisk-kemisk Laboratorium.

Fosfor. Analyse af Tændstiksætser og Tilvirkning af Tændstikker. 6) Analyse af Glas. Smeltning af Glas. Tilvirkning og Anløbning af Kobberrubinglas. 7) Undersøgelse af Gasforbrug og Lysstyrke ved forskellige Gasbrændere. Samme Undersøgelse ved Netbrændere med variabel Tilledning af Gas og Luft. 8) Analyse af Belysningsgas og af Acetylen. Analyse af Calciumcarbid. 9) Undersøgelse af brugt Gasrensemasse. Bestemmelse af Indholdet af Ammoniak, Rhodan, Svovl og Cyan. Udvinning af Svovlet som Ferrocyanalium. 10) Analyser af Røggas. Bestemmelse af Kulstof og Aske i Røgen. 11) Bestemmelse af Brændeværdi af forskellige Brændselsarter. 12) Destillation af Tørv. Bestemmelse af Tjæren, af den udviklede Ammoniak, den udviklede Gas. Bestemmelse af Kvælstoffet i Tørv og i Koksene. Forsøg over at udvinde Kokes-

kvælstoffet som Ammoniak ved Hjælp af Vanddampe. Vaad Forkulning af Tørv. 13) Undersøgelse af Træbjærene. Bestemmelse af Eddikesyre, Olier og Beg. 14) Destillation af Stenkulstjære. 15) Fremstilling af opløselige Kulhydrater af Træ og Tørv. Bestemmelse af Sukker og Pentoser. Forgæring af Sukkeret og Bestem-



Fig. 25. Lokale i teknisk-kemisk Laboratorium

Bestemmelse af Magringsmiddel. Undersøgelse af Sintrings- og Smeltetemperatur. Sammensætning af Glasurer og Undersøgelse af, hvorledes disse Forhold varierer med Bestanddelene. 4) Undersøgelse af Støbejern og Staal. Bestemmelse af Silicium, de forskellige Kulstofarter, Svovl og Fosfor. 5) Bestemmelse af almindeligt Fosfor i amorft

melse af den dannede Alkohol. 16) Tilvirkning af Calciumbisulfit og Analyse deraf. Fremstilling af Træcellulose ved dette Stof og ved Natron. 17) Forklustring af Stivelse ved Varme og ved forskellige Reagentier. Undersøgelse af forskellige Saltopløsnings Indflydelse paa Forklustringen. 18) Analyse af Melasse. Udvinningen af Sukkeret ved Strontian og ved Blyilte. Invertering af Sukker og Dannelse af Kunsthonning. 19) Maltanalyser. Maltning af Byg. Maaling af den diastatiske Kraft af Grønmalt og Tørmalt. Bestemmelse af Ekstraktmængde. 20) Ølanalyser. Bestemmelse af Forgæringsgraden. Bestemmelse af Alkoholindholdet. 21) Vinanalyser. 22) Bestemmelse af Fuselmængden i Alkohol. Rensning af Alkohol.



Fig. 26. Lokale i teknisk-kemisk Laboratorium.

og bløde Sæber. 29) Forsæbninger i Autoklav med Alkalier og med Zinkilte under varierende Temperaturer og Tid. 30) Blegning af Sæbe og Olie med Brintoverilte, Klornatron, Svovlsyrling, Kromsyre, Kaliumpermanganat, Svovloversyre og Benzoyloverilte. 31) Undersøgelse af Tørringshurtigheden for Linoliefarver og Virkningen af Tilsætning af forskellige Metalforbindelser. 32) Undersøgelse af Mineralolie. Bestemmelse af Flammepunkt, og dets Forandring ved en delvis Destillation. 33) Fremstilling af Faktis af forskellige Fedtstoffer. 34) Undersøgelse af Garvestoffer og af færdigt Læder. Uddragning af Garvesyre og af Krom af Læderaffald. 35) Elektrolytisk Fremstilling af Klor og af Klornatron. 36) Analyser af Blegemidler. 37) Blegning af Garn, Bestemmelse af Vægt og Styrketab. 38) Analyse af Indigo — Farvning dermed. 39) Farveforsøg med forskellige Farver. 40) Fremstilling af kunstige Farver (Saffranin). 41) Limtilvirkning. Bestemmelse af Lim gennem maalte Styrketal for Gelatinen. 42) Undersøgelse af Kautsjuk. Styrkemaalinger af den. 43) Tilvirkning af enkelte kunstige Parfumer.

N. STEENBERG.

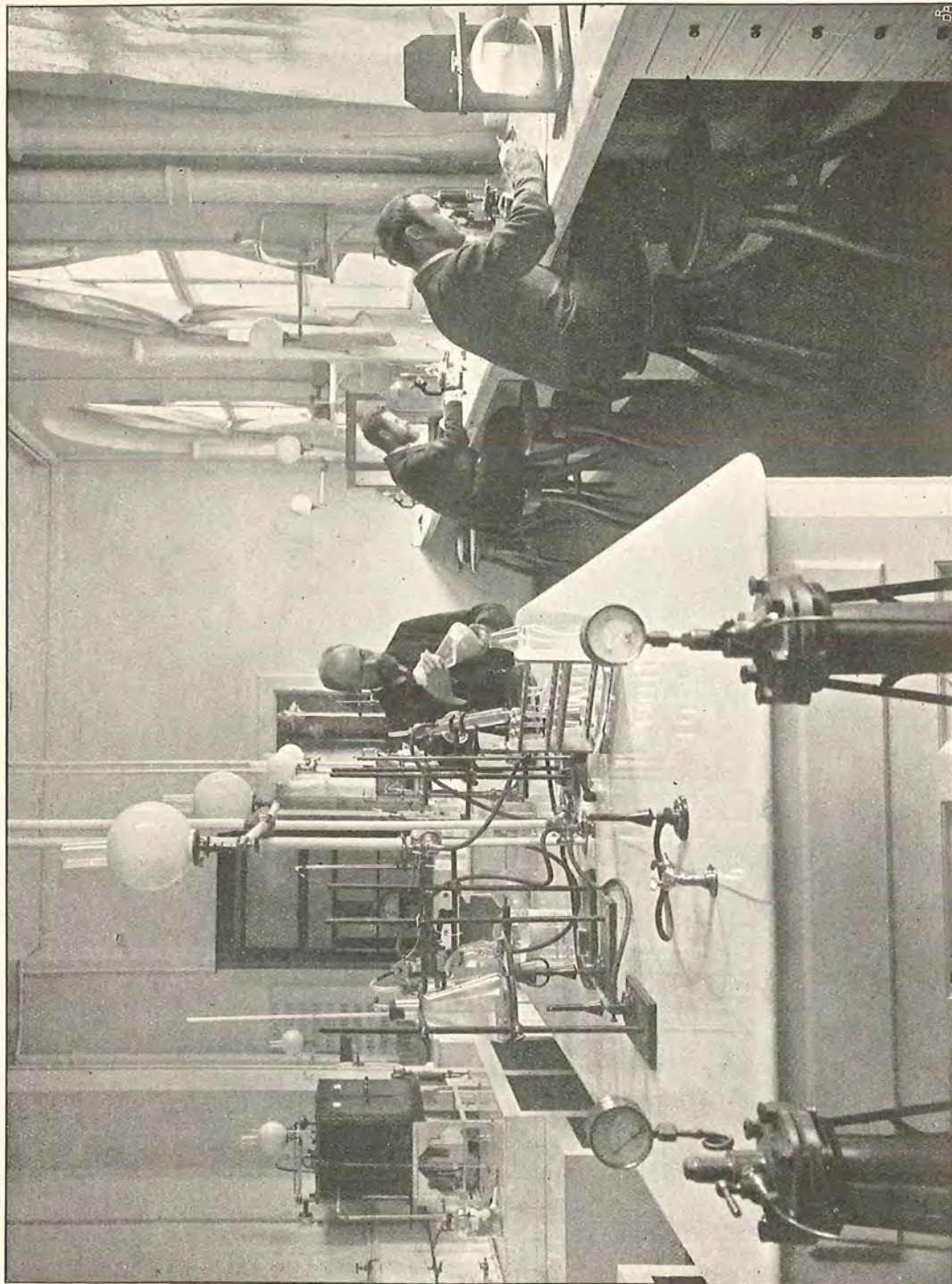


Fig. 27. Gæringsfysiologisk Laboratorium.

## Det gæringsfysiologiske Laboratorium.

Det gæringsfysiologiske Laboratorium bestaar i Hovedsagen af et kemisk og et bakteriologisk Lokale, imellem hvilke Forstanderens Kontor ligger.

Det kemiske Lokale ( $5 \times 8,15$  m<sup>2</sup>), ogsaa kaldet det landboteknisk-kemiske Laboratorium, er blandt andet udstyret med Apparater til Tørstof-, Fedt-, Sukker- og Kvælstofbestemmelser. De analytiske Vægte befinder sig i Kontoret ( $5 \times 4,25$  m<sup>2</sup>). Det bakteriologiske Lokale ( $4,85 \times 12$  m<sup>2</sup>), som omstaaende Billede giver Indblik i, er naturligvis særligt indrettet til Mikroskopering, hvorfor den nederste Del af Vinduerne bestaar af en Spejlglasrude. Alle Bordpladerne er af emaillet Lava, der taaler Kemikalier godt og derfor let kan steriliseres og renses for Farve. Væggene er malede med Emaillefarve for at kunne afvaskes. I dette Lokale findes de Termostater opstillede, i hvilke Mikroorganismene dyrkes. Steriliseringsapparaterne befinder sig derimod i det af Laboratoriebetjenten benyttede Opvaskerum. Foruden dette hører til Laboratoriet endnu et lille mørkt Rum, der fortrinsvis benyttes til Polarisering.

ORLA JENSEN.

## Undervisningen i Rendyrkning af Gæringsorganismer og i Mikroskopi.

### Rendyrkning af Gæringsorganismer.

Dette Kursus gaar ud paa dels at lære de studerende at kende nogle af de vigtigste Gæringsorganismer og de andre almindeligste Mikroorganismer, som indfinder sig i gærende Vædsker, dels Principperne for Rendyrkning af saadanne Organismer. Af Hensyn til Arbejdet med Kulturerne er Kursus sammentrængt saaledes, at det tilendebringes i Løbet af højst 6 Uger, idet de studerende møder mindst 3 Gange om Ugen i Januar og første Halvdel af Februar.

Først gennemgaas Principperne for Sterilisering; der sættes Vatpropper i Rør-Pipetter og forskellige Kulturglas (Freudenreich-Kolber, Reagensglas, firkantede Spredningsflasker). Pipetterne anbringes i Glas, der overbindes med Filtrepapir; endvidere indpakkes „Petriskaale“ i Papir, og alle disse Glassager steriliseres ved tør Varme, idet de anbringes i en Sterilisationsovn, der opvarmes til c. 150° C. eller i Autoklaver.

Til Undersøgelse udleveres en rendyrket Gærart i Ølurt i en Freudenreich-Kolbe; det læres at udtage den med en glødet Platin-Podenaal uden at inficere Kulturen. Dens Celleform, Knopkydning, Indhold af Glycogen o. s. v. iagttages. Andre Gærarter og forskellige Skimmelsvampe undersøges paa samme Maade, og det læres at anbringe en ringe Mængde af dem i en steril Draabe Ølurt paa Undersiden af et Dækglas i et „fugtigt Kammer“, saaledes at ingen fremmed Infektion finder Sted. I saadanne hængende Draaber følges Udviklingen af de forskellige Organismer, særlig Gærarter og Skimmelsvampe, som efterhaanden faas udleveret til Undersøgelse. Endvidere saas Gær over fra en Freudenreich-Kolbe til et Rørglas med steril Ølurt for at følge Gæringens Forløb og iagttage Forskellen mellem Overgær og Undergær, Prøver af Gær saas over paa Gibsblokké for at fremkalde Sporedannelse, og der fremstilles Ridskulturer paa Overfladen af Ølurtgelatine af forskellige Organismer. Disse Arbejder udføres for en Del i Hansens sterile Kasse, som forinden vaskes indvendig med fortyndet Alkohol eller en Sublimatopløsning.

De studerende deltager i Tilberedningen af Ølurt-Gelatine eller anden Næringsgelatine, som klares med Æggehvite, filtreres, fordeles i Kulturglas og steriliseres i Koch's Dampsterilisationsapparat ved 100° eller i Autoklave ved højere Temperatur. Ligeledes fordeles Ølurt og andre Næringsvædske, som Peptonopløsning, Mælk, i Rørglas eller Freudenreich-Kolber og steriliseres i de samme Apparater.

Naar de studerende har lært et Antal Organismer at kende, faar de udleveret en Kolbe med en Blanding af 2 (senere flere) Organismer, som de skal isolere og bestemme. De foretager da en Spredning i Ølurt-Gelatine, sædvanlig i firkantede Flasker, fører Gærarterne over i Ølurt og undersøger dem med Hensyn til Gæringens Karakter, Sporedannelse, Celleform, o. s. v., medens Skimmelsvampene dyrkes paa Gelatine og i hængende Draabe. Imidlertid har de ogsaa lært Bakterier at kende, bl. a. Eddikesyre- og Mælkesyrebakterier og fra Luften indfangede Bakterier, og der gives dem derefter ogsaa Bakterier i Analyserne. Lejlighedsvis foretages ogsaa Spredning fra andre Medier, som Øl, Surdej, Jord o. s. v.

Fremdeles foretages Tælling af Gærceller i en Vædske-Enhed, Hansens Vinsyre-Metode til Paavisning af en ringe Mængde Vild-Gær i Kulturgær indøves, og ligeledes Hansens og Lindners Metoder til Fremstilling af absolut Renkultur fra en enkelt Celle.

### Mikroskopi.

Maalet for Undervisningen er, at de studerende lærer at bruge et Mikroskop, saaledes at de kan foretage mikroskopisk Undersøgelse af Raastoffer og Varer. Da de fleste af de Raastoffer, der kan være Tale om, stammer fra Planteriget, gives der de studerende et kort Kursus i de højere Planters Bygning med særligt Hensyn til, hvad der har Betydning for den tekniske Mikroskopi. Efter en kort Vejledning i Brugen af Mikroskopet og Forfærdigelsen af et mikroskopisk Præparat undersøges de almindelig anvendte Stivelsesarter; Stivelsekornene maales og behandles med Reagenser, og Blandinger af forskellige Sorter udleveres til mikroskopisk Analyse. Kornsorternes Bygning gennemgaaes, dog uden at komme ind paa Skallernes Struktur. Dernæst undersøges levende Planteceller med Protoplasma i Strømning, Kærne, Klorofylkorn og Væg, og Plasmolyse foretages. Fremdeles studeres Parenkymceller, Kork, Overhud, Stenceller, de vigtigste Indholdsstoffer i Planteceller som Calciumoxalat, Proteinkorn og Fedt, endvidere Cellevæggens Bygning og Reaktioner; Krystallerne, Stivelsekornene m. m. undersøges i polariseret Lys.

Derefter undersøges Tværsnit og Længdesnit af en Majsstængel med særligt Hensyn til Karstrengene. Den tokimbladede Stængels Bygning studeres paa urteagtige Planter før og efter Vækstlagets Dannelse. Derefter følger Naaletræernes Ved, som undersøges paa Tværsnit og Længdesnit af Fyr og Gran, og i Tilslutning dertil Træslib og Træcellulose af Naaletræ. Løvtræernes Ved studeres sædvanlig paa Tværsnit af en Lindegren, hvorefter der foretages Maceration af Veddet og Undersøgelse af de derved adskilte Elementer.

Af Traadstofferne undersøges Bomuld, Hør, Hamp, Jute, Uld og Silke; Tiden tillader sædvanlig ikke at medtage flere. Efter at have undersøgt Straastof (inkl. Esparto) faar de studerende nogle Papirprøver til mikroskopisk Analyse. Efter Kogning med fortyndet Natron og Udskylning undersøges den fremkomne grødede Masse mikroskopisk under Tilsætning af Reagenser, hvorved der foretages en Sondring mellem de forskellige Stofklasser, og Bestanddelene bestemmes.

L. KOLDERUP ROSENVINGE.



## Øvelser i Bygningsstatik og Jærnkonstruktioner.

De praktiske Øvelser i dette Fag drives fortrinsvis paa Tegnestuen og har i Overensstemmelse med hele Fagets Karakter to forskellige Formaale: at byde de studerende Lejlighed 1) til at gennemarbejde nogle ligefremme Taleksempler som Anvendelse af den i Forelæsningerne meddelte Teori, og 2) til at se Teorien anvendt og selv anvende den paa virkelige Konstruktioner og, om muligt, derigennem faa deres konstruktive Instinkt udviklet.

Den førstnævnte Side af Sagen vilde næppe kunne naas i tilstrækkeligt Omfang i den korte Tid, der haves til Raadighed, hvis Forelæsninger (med Eksaminatorier) og Tegnestue var de eneste benyttede Undervisningsformer; men ind mellem disse to træder som et meget nødvendigt og — naar det benyttes i det tilsigtede Omfang — ogsaa til Hensigten svarende Mellemlid den *ugentlige Opgaveregning*, der er knyttet til Eksaminatorierne. Idet de studerende her faar Lejlighed til at arbejde selvstændigt med simple Opgaver, der slutter sig nøje til den foredragne almindelige Teori, og derved til at trænge til Bunds i Teorien og se den fra forskellige Sider, bør der ved Overgangen til Taleksemplerne paa Tegnestuen ikke frembyde sig væsentlige Vanskeligheder af principiel Natur, og det bliver derfor mindre nødvendigt at stille altfor mange og varierende Opgaver af den førstnævnte Art.

Det sidstnævnte af de to Formaale med Tegnestueundervisningen kan der kun være Tale om at arbejde hen imod ved at stille nogle enkelte Opgaver, der behandler et Par af de almindeligst forekommende Jærnkonstruktioner, medens det naturligvis forbyder sig af sig selv — baade paa Grund af den korte Tid, og fordi det overhovedet ikke er Meningen paa en Lærestanstalt — at ville føre de studerende ind paa alle de forskellige Omraader, hvor Jærnkonstruktioner anvendes.

De Øvelsesopgaver, der stilles, har varieret en Del i Tidens Løb og vil sandsynligvis ogsaa i Fremtiden undergaa Forandringer; ganske særligt er det for Øjeblikket — saa kort efter den ved Ændringen af 28. December 1909 af Undervisningsprogrammet foretagne Reduktion af Øvelsestiden fra ca. 21 Uger til 14 Uger — umuligt at fastslaa en Række Opgaver med Gyldighed for et længere Tidsrum. Hvad derimod *Formen* for Øvelserne angaar, er det en fast Regel, at alle de studerende nok gennemgaar den samme Række Opgaver, men hver ny studerende faar opgivet nye Tal at regne med; Opgaverne gives paa trykte Blanketter, som udfyldes med forskellige Tal for hver Mand.

For *Bygnings- og Maskiningeniørerne* stilles der for Tiden følgende Opgaver:

1. *Konstruktion af et Hovedspærfag med tilstødende Dele (Aase og Vindkors) af Tagværket.* Af følgende Aftryk af Opgave-Blanketten fremgaar det, hvad der opgives, og hvad der forlanges udført; det i Parentes og med Kursiv trykte (Tal m. m.) samt den punkterede Del af Figuren varierer for hver ny Opgave.

»Et Rum med (22,0) m Afstand mellem de indvendige Murflader skal overdækkes med et (Skifer)-Tag. Hovedspærfagernes Form er givet i hosstaaende Figur 28, deres indbyrdes Afstand er (3,50) m. Der ønskes Bestemmelse af Dimensionerne (ogsaa Aasene) og Detailtegning af Spærfaget i 1 : 10. — Det skriftlige Bilag til Tegningen skal omfatte 1) Beskrivelse af Tagværket, 2) Vægtfortegnelse, 3) Beregningerne. — Specielt angives ogsaa Vægten pr. m<sup>2</sup> af Horizontalprojektion af Spærfag, Aase og Vindkors, baade hver for sig og tilsammen.

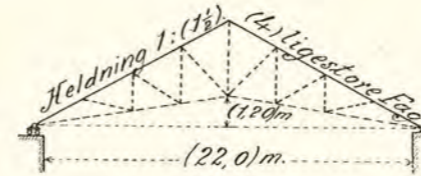


Fig. 28.

Format af Tegningen 50 × 70 cm.«

Foruden det i Blanketten omtalte skriftlige Bilag afleveres en Plan med grafisk Spændingsbestemmelse for Egenvægt, Sne- og Vindtryk, i Almindelighed grafisk Beregning af Aasene og en Detailtegning, hvor alle Maale er paaskrevne som paa en fuldstændig Arbejdstegning.

2. *Spændingsberegning og Knudepunktskonstruktion for en Gitter-Brodrager.* I efterfølgende Blanketaftryk varierer den punkterede Figur og alle i Parentes og med Kursiv staaende Tal m. m. fra Opgave til Opgave.

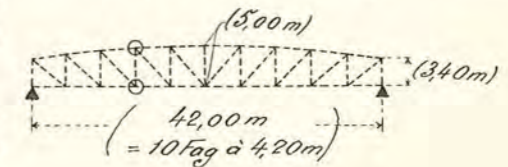
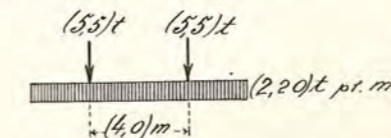


Fig. 29.

»En Vejbro bæres af to simpelt understøttede Gitterdragere af (42,00) m teoretisk Længde og med Form af Gitteret som vist i hosstaaende Figur 29. Den hvilende Belastning er (2,80) t pr. m, det bevægelige Belastningstog er:



Brobanen ligger ved (Foden). Der ønskes Bestemmelse af Spændinger og Dimensioner for de 7 Stænger, der udgaar fra de to mærkede Knudepunkter, og denne Spændingsbestemmelse udføres baade ved grafisk Konstruktion og ved Beregning. Endvidere ønskes en detaljeret Nitteberegning samt Detailtegning i 1 : 10 af de to mærkede Knudepunkter.

Format af Tegningen 50 × 70 cm.«

Blanketten oplyser tilstrækkeligt, hvad der opgives, og hvad der forlanges udført og afleveret. — Den mere praktiske Del af Opgaven skal kun opfattes som en Øvelse i at tilpasse de forskellige Stængers Tværnsnitsformer efter hinanden og i at konstruere Nitteforbindelser.

3. *Beregning af Spændingerne i en statisk ubestemt Brodrager.* Efterfølgende Blanketaftryk, hvor de varierende Størrelser er behandlet paa samme Maade som ovenfor, viser, hvad der opgives og forlanges udført.

»For den i hosstaaende Figur 30 viste plane Drager bestemmes største og mindste Spændinger, dog kun for de mærkede Stænger eller Punkter (dersom det drejer sig om en massiv Drager, hvis Tværnsnit er paavirkede af baade Momenter og Normalkræfter, maa tillige bestemmes Dimensionerne af de undersøgte Tværnsnit). Den hvilende Belastning er (3,6) t pr. m, den bevægelige et Hjultrykstog af den i »Tekn. Statik.« I viste Type.

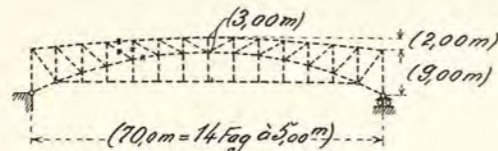


Fig. 30.

Influenslinierne for de overtallige bestemmes ved Hjælp af Nedbøjningslinier og v-Kræfter og kontrolleres ved Konstruktion af Forskydningsplaner (eller undtagelsesvis ved direkte Beregning af enkelte Ordinater ved Elasticitetstiligningerne.)

Temperaturvariation: Buen  $15^\circ$  varmere end Trækstangen.

Eftergivet af Understøtn.:

Format af Tegningen  $50 \times 70$  cm.«

Der afleveres en Plan med de grafiske Konstruktioner og Influenslinierne for de behandlede Stænger; de direkte ved Hjælp af Influenslinierne fundne Virkninger af den hvilende og bevægelige Belastning skrives paa Tegningen, og for øvrigt medfølger et skriftligt Bilag med Beregningerne.

4. (For Bygningsingeniører.) En Jærn-Brooverbygning. Der opgives de i efterfølgende Blanketaftryk (en lignende haves for Vej- eller Gadebroer) indeholdte Oplysninger (de fra Opgave til Opgave varierende Størrelser er behandlede som ovenfor).

»For en enkeltsporet Jærnbane (Normalspor) skal der bygges en Bro med (én) Aabning, Skæringsvinkel ( $90^\circ$ ), Stigning paa Broen  $1 : (\infty)$ .

Hovedanordning: 2 Hoveddragere (Parallel-Gitterdragere med N-Gitter), Brobanen (jorneden), Dæk: (Træ-Tværsveller og Plankedæk).

Hoveddimensioner: Teoretisk Dragerlængde ( $32,0$  m = 10 Fag a  $3,20$  m) (maalt i Broens Midtlinie). Skinnokote (ved Midten) + ( $24,650$ ) m, Konstruktionshøjde  $0,90$  m. Hoveddrager-Afstand fra Midte til Midte ( $4,90$  m).

Der ønskes: principiel Anordning af den bærende Hovedkonstruktion, Spændingsberegning, Dimensionering og skematisk Fremstilling af Dimensioneringens Resultater for hele Brooverbygningen; endvidere en Detailtegning, der skal omfatte: 1) den normale Brobanekonstruktion, 2) hele den bærende Hovedkonstruktion eller en Del af den efter nærmere Aftale, 3) specielle Enkeltheder (Lejer, Tilslutning til Pillerne, o. l.) ligeledes efter nærmere Aftale.

Det skriftlige Bilag skal indeholde: 1) Beskrivelse, 2) Materialfortegnelse og Overslag, 3) Beregningerne. Jærn-Vægtberegningerne udføres kun detaljeret for den Del af Overbygningen, hvortil der er udarbejdet Detailtegning, og ved Sammenligning af denne Dels virkelige og teoretiske Vægt udledes en Konstruktionskoefficient (eller flere saadanne), som dernæst benyttes til en omtrentlig Bestemmelse af hele Overbygningens Jærnvægt.

Format af Tegningerne:  $50 \times 70$  cm eller  $70 \times 100$  cm ombøjet.

Detailtegningen skal omfatte:

- 1) som ovenfor nævnt.
- 2) (Fag 0—2 af Hoved- og Vinddrager).
- 3) (Det faste Leje).«

Af Blanketten ses tillige saa omtrent Omfanget af det, der fordres udført. Detailtegningen og de tilhørende Nitte- og andre Detailberegninger indskrænkes af Hensyn til Tiden til kun at omfatte: den normale Brobanekonstruktion, et eller to Fag af den bærende Hovedkonstruktion (Hoved- og Vinddrager med tilhørende Tværafstivninger) samt undertiden et Leje, Charnier, Tilslutning til Land eller lignende.

Maskiningeniørerne faar som Opg. 4 enten en Jærnbanebro-Overbygning eller (hyppigere) en fra andre Omraader hentet Jærnkonstruktion, som f. Eks. forskellige Krandrager, Tagværker, Jærnskelet-Bygninger, Stilladsbroer o. l.

For Elektroingeniørerne stilles der tre Opgaver, hvis Natur fremgaar af efterfølgende Blanketaftryk. I Stedet for Konstruktion af Kærnen behandles i Opg. 1 ogsaa andre Opgaver fra Elasticitetslæren, f. Eks. Konstruktion af Spændingerne i Tværnsnittet af en Murpille (Skorsten).

»Opg. 1. For et ( $\Gamma$ )-Profil, dannet af (2 Vinkeljærn  $80 \cdot 120 \cdot 10$  mm og et Universaljærn  $200 \cdot 10$  mm), konstrueres Inertimomentet om den vandrette Tyngdepunktsakse baade efter Culmanns og Mohrs Metode. Inertimomentet om den lodrette Tyngdepunktsakse og Centrifugalmomentet om de to Akser samt Hovedaksernes Stilling og Hovedinertimomenternes Størrelse findes ved Beregning. Dernæst konstrueres Tværnsnittets Kærne og W-Flade og herved de Stillinger af Kraftlinien, der svarer til største og mindste W, og endelig opgives Størrelsen af  $W_{max}$ ,  $W_{min}$  (og de Retninger, hvori de optræder) og af Modstandsmomenterne for de Stillinger af Kraftlinien, hvor dens Heldning mod (Tangens af dens Vinkel med) Profilets lodrette Akse er  $1 : 1$ ,  $1 : 1\frac{1}{4}$ ,  $1 : 1\frac{1}{2}$ ,  $1 : 2$ ,  $1 : 3$ ,  $1 : 4$ ,  $1 : \infty$ .

Format af Tegningen  $50 \times 70$  cm.«

»Opg. 2. En enkeltsporet Jærnbanebro bæres af to simpelt understøttede Pladejærndragere af ( $13,50$ ) m teoretisk Længde og med ( $1,25$ ) m Krophøjde. Den hvilende Belastning er ( $0,60$ ) t pr. m (pr. Drager), den bevægelige et Hjultrykstog af den i »Tekn. Statik.« I, Fig. 1, viste Type. Der ønskes Bestemmelse af største Momenter, Transversalkræfter og Reaktionen samt af Tværnsnitsdimensionerne og Nedbøjningslinien for den Stilling af Hjulene, der har givet det største Moment (Nedbøjningen fra den hvilende Belastning medtages ikke). Som Kontrol beregnes største Nedbøjning efter Ligning (118), S. 233 i »Tekn. Elasticitetslære«. Endelig udføres der Detailtegning til ca. Halvdelen af Drageren i Maalestoksforh.  $1 : 20$ . Det skriftlige Bilag til Tegningen skal indeholde: 1) Beskrivelse af Drageren, 2) Vægtfortegnelse, 3) Beregningerne.

Format af Tegningen  $50 \times 70$  cm.«

Opg. 3 er den samme som Opg. 1 for Bygnings- og Maskiningeniører.

De hidtil omtalte Øvelser hører til det almindelige Kursus, som alle de studerende maa gennemgaa; de afholdes:

For Bygningsingeniørerne: i 6. Halvaar fra 22. Febr. til 24. April, i 8. Halvaar fra 18. April til 31. Maj, i alt 14 Uger.

For Maskiningeniørerne: i 6. Halvaar fra 1. Febr. til 31. Marts, 4 Dage om Ugen, i 8. Halvaar fra 15. Febr. til 15. April, 6 Dage om Ugen, i alt 14 Uger.

For Elektroingeniørerne: i 6. Halvaar 2 ugentlige Arbejdsdage Halvaaret igennem.

De fuldendte Øvelsesopgaver fremlægges og bedømmes ved Eksamen, saaledes som det nærmere fremgaar af Eksamensprogrammet.

For de Bygningsingeniørstuderende, der vælger Bygningsstatik og Jærnkonstruktioner som Hovedfag, afholdes der videregaaende Øvelser; disse formes som et »Eksamensprojekt«, der skal udføres i en fast tilmaalt Tid (hvorom — ligesom om Bedømmelsen — nærmere i Eksamensprogrammet), og hvortil Opgaven stilles betydeligt mindre bunden end ved de ovenfor omtalte Øvelser i det almindelige Kursus, saaledes at der kan være Tale om at vælge mellem forskellige Løsninger ogsaa for Hovedtrækkenes Vedkommende. Der skal m. a. O. her først udarbejdes et generelt Projekt, der fastslaar Hovedanordning og Hoveddimensioner for hele det i Opgaven omhandlede Ingeniørarbejde, og dernæst et Detailprojekt til en mindre Del af Arbejdet. Opgaven vil som Regel være et Broprojekt, og Detailprojektet kan efter den valgte Løsning komme til at dreje sig om en Jærn- eller Jærnbeton-Konstruktion; dog kan der ogsaa være Tale om at lade hele Projektet dreje sig om en Jærn- eller Jærnbeton-Konstruktion, hentet fra andre Omraader. For saa vidt Jærnbeton i Fremtiden skulde blive udskilt som et særligt Fag, der kan vælges som Hovedfag (med Eksamensprojekt), vil Muligheden for at lade Detailprojektet her dreje sig om en Jærnbeton-Konstruktion sandsynligvis falde bort.

Til Undervisningen slutter der sig endelig *Ekskursioner* med Besigtelse af udførte eller, naar Lejlighed dertil gives, under Udførelse værende Jærnkonstruktioner, særlig Jærnbroer. Idet der nu her i Byen og dens nærmeste Omegn findes et ret rigt Udvalg af de forskellige Brokonstruktioner, er det i de senere Aar bleven et saa temmelig fast Led i Undervisningen at anvende et Par Dage paa at gennemgaa Størstedelen af disse Broer. Turen gøres i Reglen kun hvert andet Aar, hvorved alle studerende kan faa Lejlighed til at være med.

A. OSTENFELD.

## Øvelser i Maskinkonstruktion.

I disse Øvelser deltager foruden Maskiningeniørerne tillige Bygnings- og Elektroingeniørerne. Øvelseslokalerne holdes i Øvelsestiden aabne daglig fra Kl. 8—4, og Undervisningen sker efter Kl. 12, idet Lærer og Assisterer tilser hver især af de studerende ved deres respektive Tegneborde.

*Bygnings- og Elektroingeniører* udfører ialt 4 fremadskridende Opgaver, som Regel: 1) En Aksel med Lejer og paasiddende Maskindele, 2) et Hejsespil til Haandkraft eller en anden simpel Maskine med Tandhjulsudveksling, saasom en Hestegang, 3) en Pumpe eller en mindre Dampkedel og 4) et Dampfordelingsapparat til en Dampmaskine med Gliderstyring, hvortil Gliderdiagrammet konstrueres.

*Maskiningeniørerne* begynder paa lignende Maade med mindre Opgaver og gaar derefter over til større, saasom en Kran eller lignende sammensat Løfteapparat,



Fig. 31. Lokale for Maskinkonstruktion.

et Dampkedelanlæg, en Stempelpumpe eller Centrifugalpumpe eller en Turbine samt en Dampmaskine. Foruden disse Øvelsesopgaver udfører de Maskiningeniører, som vælger Eksamensprojekt i Maskinbygning, selve dette Projekt, der kan bestaa af en Flergangs-dampmaskine, Damp turbine eller Forbrændingsmotor med Kraftoverføring, et Turbine-anlæg, et Pumpeanlæg, Køleanlæg m. m. Ved Valget af Opgave til Eksamensprojektet sørges der for, at Projektet ikke kan siges at være en blot Gentagelse af noget, som samme Elev allerede har udført som Øvelsesopgave eller nærme sig til at være det. Iøvrigt tages der baade ved Eksamensprojektet og ved de større Øvelsesopgaver saavidt muligt Hensyn til, hvad Eleven særligt maatte ønske at udføre.

De færdige Besvarelser afleveres efterhaanden, saaledes at ingen Elev maa have mere end to Opgaver samtidigt under Udførelse. Maskiningeniørernes Opgave til Eksamensprojektet gives ikke, før alle Øvelsesopgaverne er færdige og afleverede. Det er tilladt at udføre Beregninger og Beskrivelse udenfor Lærestalden, hvorimod alle Tegningerne vedrørende Maskinkonstruktionerne skal udføres i Lærestaldens Konstruktionslokaler. Efter Afleveringen bliver Besvarelserne, saavel Tegninger som Beskrivelser og Beregninger, gennemsete og gennemregnede af Assistenterne og derefter fremlagte til Bedømmelse ved Eksamen. Dette gælder saavel samtlige Elevers Øvelsesopgaver som Maskiningeniørernes Eksamensprojekter.

S. C. BORCH.



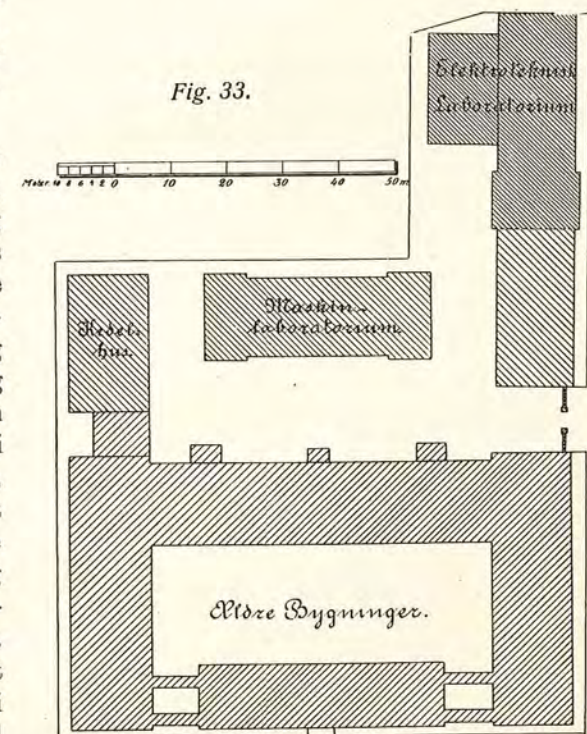
Fig. 32. Lokale for Maskinkonstruktion.

## Maskinlaboratoriet.

Da den store Udvidelse af den polytekniske Lærestald blev besluttet ved Lov af 29. Marts 1904 gjaldt det næst efter Tilvejebringelse af Lokaler til den nye Studieretning for Elektroingeniører om Anlæg af et Øvelseslaboratorium for Maskiningeniører, i Lighed med hvad der efterhaanden er blevet oprettet ved de fleste af de tekniske Højskoler i Udlandet.

Til Udarbejdelse af Forslag til Indretning af et saadant Laboratorium ned-sattes der et Udvalg, bestaaende af 3 af Lærestaldens Professorer, nemlig Prof. S. C. Borch, Prof. E. P. Bonnesen og Prof. H. I. Hannover samt af Maskindirektør Ivar Knudsen fra Burmeister & Wains Maskin- og Skibsbyggeri og Direktør H. H. Schou fra Maskinfabrikken Atlas. I Overensstemmelse med dette Udvalgs Planer byggedes Laboratoriet, og efter Udvalgets Indstilling overdroges Detailprojekteringen og Ledelsen af Laboratoriets Montering til dets nuværende Bestyrer, Prof. H. Bache.

Anlægget falder, som det ses af Planen Fig. 33, i to Afdelinger, det egentlige Maskinlaboratorium og Kedelanlægget, og det blev straks ved Planlæggelsen bestemt, at selve Laboratoriet skulde indrettes udelukkende med Undervisnings- og Forsøgsvirksomheden for Øje, og uden at der skulde tages Hensyn til økonomisk Udnyttelse af de i Laboratoriet opstillede Maskiner, medens Kedelanlægget foruden at tjene som Forsøgsobjekt tillige skulde forsyne Lærestaldens Varmeanlæg og herved kunne arbejde sammen med det ældre Kedelanlæg. Dette Princip blev ogsaa overholdt ved Bygningen af Laboratoriet, i det der dog toges noget Hensyn til



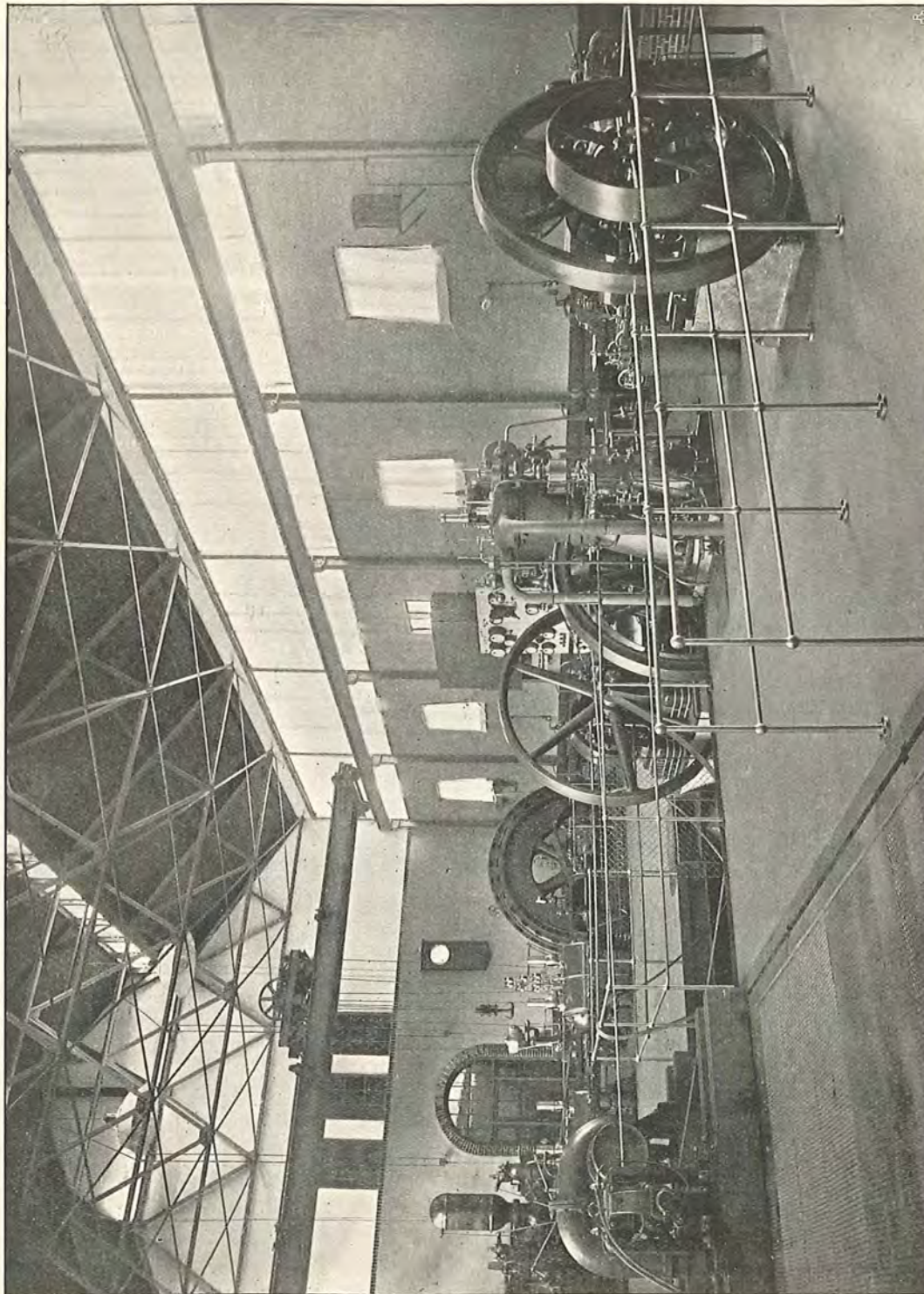


Fig. 34. Maskinlaboratoriet.

Samarbejde med elektroteknisk Laboratorium, som kan forsynes med Strøm fra Maskinlaboratoriets Maskiner, naar man maatte have Brug for særlig store Energimængder, medens Maskinlaboratoriet omvendt kan faa Strøm til Forsøgsbrug fra elektroteknisk Laboratoriums Akkumulatorbatteri.

#### Bygninger.

Maskinlaboratoriets Bygning bestaar af et Midterparti paa  $25 \times 13,8$  m af Jærnbindingværk, flankeret af 2 toetages grundmurede Pavilloner, af hvilke dog kun den østre hører med til Laboratoriet. Hele Bygningen er forsynet med en  $2,2$  m dyb Kælder, og Midterpartiet, som udgør selve Maskinsalen, har en Højde paa  $7$  m til Tagskæget og  $12,5$  m til Toppen af Ryttertaget. I østre Sidepavillon findes i Kælderen Omklædnings- og Toiletrum for de studerende og i de andre Etager Instrumentsamling samt Værelser for Professor, Assistent og Maskinmester.

Ved en underjordisk Gang staar Maskinlaboratoriets Kælder i Forbindelse med Kedelhuset, som er en grundmuret Bygning, hvis Gulv ligger  $2,4$  m under Terrænhøjden. I denne Bygning findes foruden det nye Kedelanlæg et Maskinværksted for de ved Maskinlaboratoriet og Varmeanlægget forefaldende Arbejder. Bygningen ligger umiddelbart op ad det ældre Kedelhus, fra hvis Fyrplads der fører en Dør ind til det nye Kedelhus. Under Gaarden er der langs med Kedelhusmuren en Række Kulrum samt et Askerum med Ophejsningsspil. Bygningerne er opførte samtidigt med elektroteknisk Afdelings Bygninger efter Tegning af Arkitekt Gnudtmann. Lokalerne opvarmes med Damp og belyses overalt elektrisk, dels ved Glødelamper og dels ved Buelamper, hvilke sidste i Maskinsalen er indrettede for halv indirekte Belysning.

#### Maskinelle Anlæg.

(Pl. I. og Fig. 34 og 35).

- I Maskinlaboratoriet findes følgende Maskiner installerede;
- En 3 cylindret Dampmaskine paa normalt 100 max. 150 eff. HK.
  - En encylindret Dampmaskine paa normalt 25 HK.
  - En Dieselmotor paa 23 HK.
  - En Gasmaskine paa 15 HK.
  - En Petroleumsmotor paa 10 HK.
  - En Vandturbine paa 7 HK.
  - En Centrifugalpumpe paa  $500 \text{ m}^3$ -Time ved 12 Meter Løftehøjde.
  - En Stempelpumpe for  $170 \text{ m}^3$ -Time ved 120 Meter Løftehøjde.
  - Et Køleanlæg for 25,000 Timekalorier.
  - En Drejestrømsgenerator paa normalt 80 KW. til Afbremning af den 3 cylindrede Dampmaskine.
  - En Jævnstrømsdynamo paa 20 KW. til Afbremning af de mindre Motorer.

I Kælderen under Maskinsalen findes Kondensationsanlægget for Dampmaskinerne, bestaaende af en Overfladekondensator med elektrisk dreven Luft- og Cirkulationspumpe. Kondensationsanlægget er anbragt ved Siden af den store Dampmaskines Fundament, og oven over det er der en stor Aabning i Gulvet, dels for at skaffe Lys til denne Del af Kælderen og dels for at tilvejebringe Korrespondance mellem dem, der under Forsøgene er beskæftigede ved Maskinen og dem, der maaler ved Kondensationsanlægget.

I Kælderen findes endvidere Maalere for Gas og Luft til Brug ved Forsøg med Forbrændingsmotorerne.

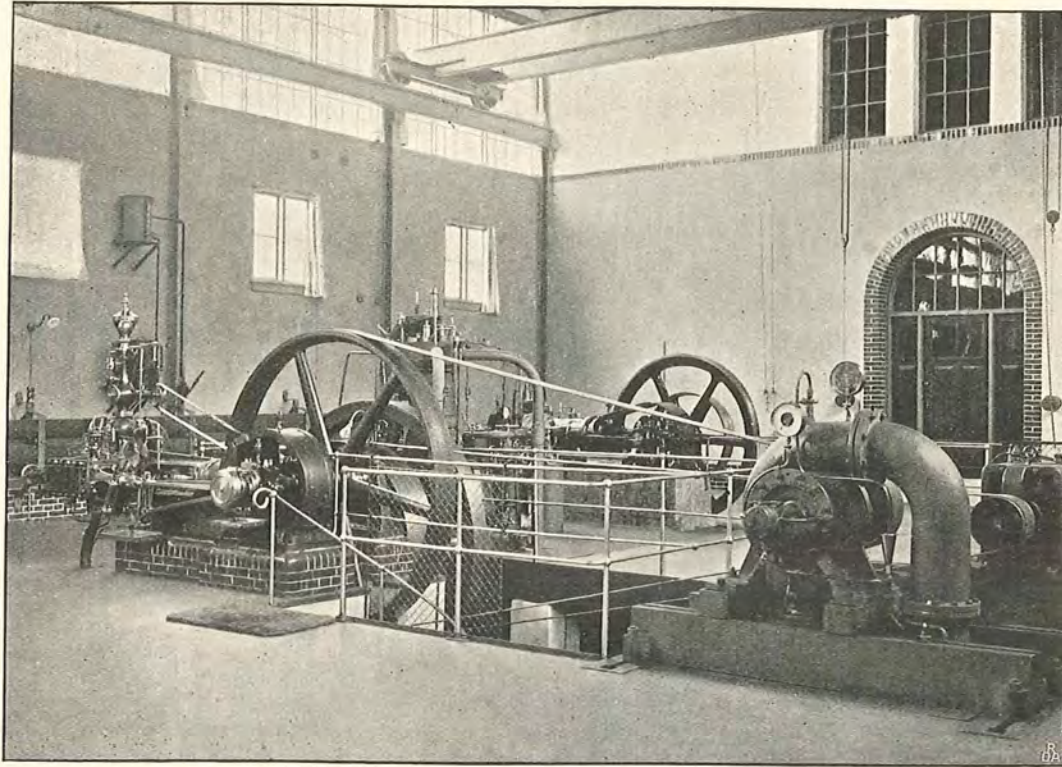


Fig. 35. Maskinlaboratoriet.

Alle de nævnte Forbrændingsmotorer og de Maskiner, som drives af disse er monterede paa Parallelklodser paa Universalfundamenter, saa at de uden nogen Forandring ved Fundamenterne kan flyttes og andre Maskiner opstilles i deres Sted.

Til Montering og Flytning af Maskinerne findes en af A/S. Smith, Mygind & Hüttemeier leveret Løbekran med 5 Tons Bæreevne, indrettet til Bevægelse ved Haandkraft ved Kæde-træk fra Maskinsalsgulvet.

Til Brug ved hydrauliske Forsøg findes paa Loftet over østre Pavillon en Vandtank paa 37 m<sup>3</sup> Rumindhold, og under Gaarden findes der to Betonbrønde, hver paa 12 m<sup>3</sup> Rumindhold. Højdeforskellen mellem Middelvandstanden i Loftstanken og i Brøndene i Gaarden er ca. 10 Meter.

Med Undtagelse af Centrifugalpumpen, der er fra Gebr. Sulzer i Winterthur, er samtlige Maskiner af dansk Fabrikat, idet den store Dampmaskine og Dieselmotoren er leverede af Burmeister & Wain, den mindre Dampmaskine er fra Frichs Eftf. i Aarhus, Gasmaskinen er bygget paa Eickhoffs Maskinfabrik efter specielle Tegninger fra Gasmotorenfabrik Deutz; Petroleumsmaskinen er fra Maskinfabrikant P. Jørgensen i København (Dan), og Turbinen er leveret fra T. H. Mahler i Vejle. Af de to Dynamomaskiner er 80 KW. Drejestrømsgeneratoren bygget af Titan og 20 KW. Jævnstrømsdynamoen bygget paa dansk A/S. Siemens-Schuckerts Fabrik, hvilken sidste Fabrik ogsaa har leveret Laboratoriets Reguleringsstavle. Alt Rørledningsarbejdet er udført af Bonnesen & Danstrup.

#### Detaller.

Hoveddampmaskinen, Plan II. og Fig. 36, er en 3 Gange Ekspansionsmaskine med Cylinderdiametre 220, 350 og 550 mm og 500 mm Slaglængde. Ved 15 Atm. Over-

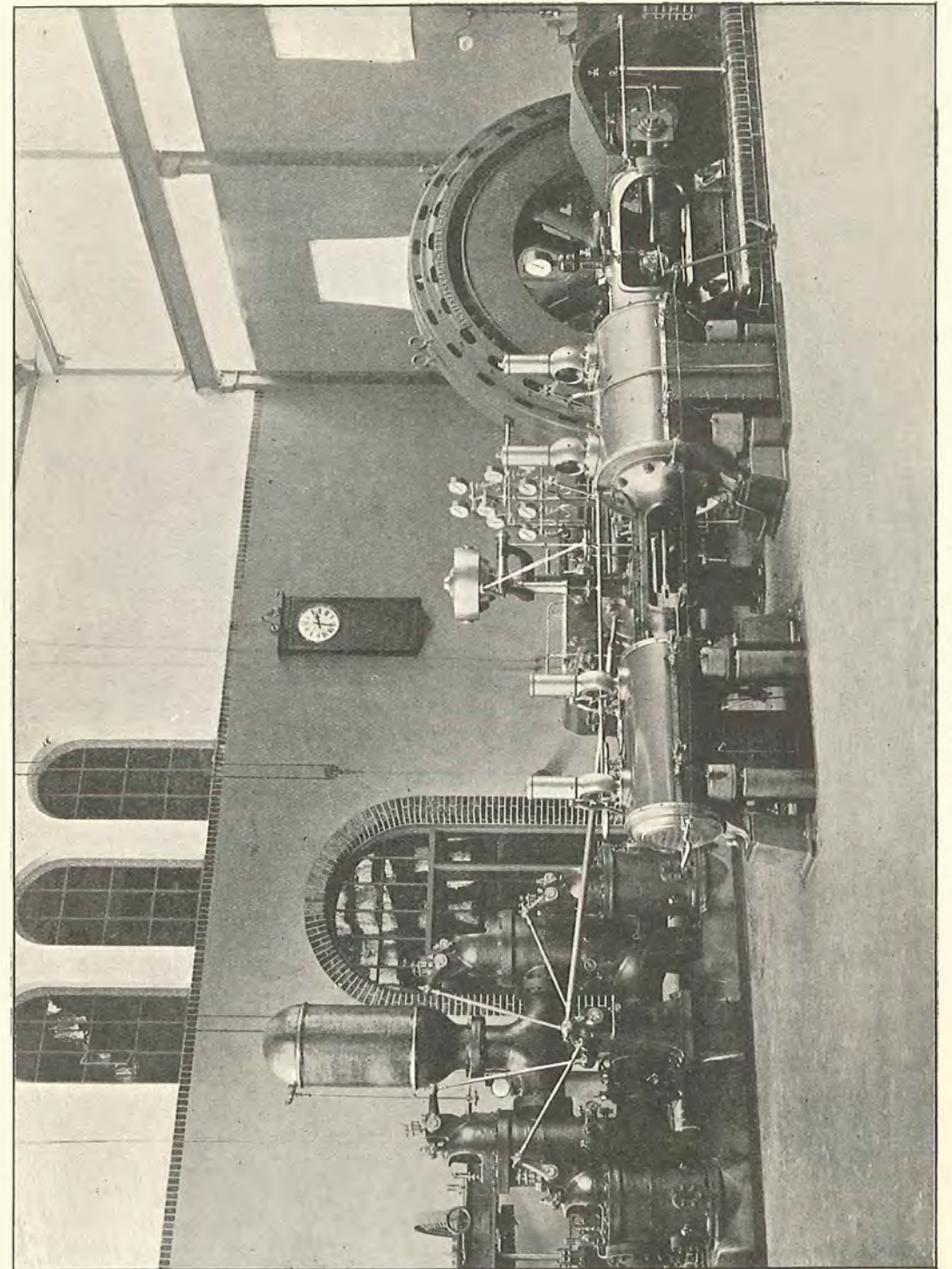


Fig. 36. Hoveddampmaskinen.

tryk og 100 Omdrejninger pr. Minut har Maskinen en Normalydelse paa 100 eff. HK., og drevet som Compoundmaskine med M.T. Cylinder som første Cylinder har den ved 8 Atm. Damptryk en Ydeevne paa 150 HK.

Maskinen har 2 Krumtappe under  $90^\circ$ , og Cylinderanordningen er saadan, at Høj- og Mellemtryk i Tandem paavirker den ene Krumtap, medens Lavtrykcylinderen driver den anden Krumtap. Lavtryks Stempelstang er forlænget bagud og kan ved et løst Koblingsstykke sammenkobles med den ovenfor nævnte Pumpes Stempelstang. Denne Pumpe er ved 120 Meters Løftehøjde (kunstigt Modtryk) i Stand til at optage hele Maskinens Arbejde ved 30 til 60 Omdrejninger pr. Minut, medens Maskinen ellers afbremses ved den som Svinghjulsmaskine byggede Drejestrømsgenerator.

Af Hensyn til Maskinens Anvendelse som Undervisningsobjekt har alle 3 Cylindre forskellige Styringer. Højtrykcylinderen har saaledes fri Ventiler med den af Burmeister & Wain modificerede Stumpfske Klinkestyling, medens Mellemtrykcylinderen har bundne Ventiler (Widmann), og Lavtrykcylinderen har Corliss Styling med fri Indstrømningshaner.

Maskinen er indrettet til at kunne drives med stærkt overhedet Damp, og Højtrykcylinderen har derfor ingen Damptrøje, medens de to andre Cylindre har baade Trøje og Dækselopvarmning. Begge Receiverne er forsynede med Dampslanger, saa at Maskinen ogsaa kan arbejde med Mellemoverhedning.

Baade i Højtryks- og Mellemtrykcylinderen sker saavel Dampens Tilstrømning som Afstrømning ved separate Rør til de to Cylinderender, saa Maskinen har Ekspansionsevne nok til ogsaa i Mellemtrykcylinderen at arbejde med ret høj Overhedning.

Foruden at arbejde som 3 Gange Ekspansionsmaskine og som 2 Gange Compoundmaskine (Crosscompound) kan Maskinen ved Frakobling af Lavtrykcylinderen og Etablering af Forbindelse mellem 2. Receiver og Kondensatoren drives som Tandem Compound, og endelig er det muligt at drive den som Encylindermaskine med Mellemtrykcylinderen alene. Samtlige disse Forbindelser kan tilvejebringes alene ved Omstyring af Ventiler i Dampledningerne.

Regulermekanismen er saaledes indrettet, at Regulatoren ved en simpel Omkobling kan sættes i Forbindelse med Styringen paa begge de to første Cylindre, medens Fyldningen i Lavtrykcylinderen indstilles for Haanden. Drejestrømsgeneratorens Magnethjul er dimensioneret til som Svinghjul at give Maskinen en Uregelmæssighedsgrad af  $1/300$  ved 100 Omdrejninger pr. Minut. Af Hensyn til Samarbejdet med elektroteknisk Laboratorium er Regulatoren (Hartung) forsynet med en Hjælpefjeder, som tillader en Hastighedsforstilling under Gangen paa 5 pCt. op og ned.

Maskinen er paa alle Damptilgangs- og Afgangsteder saavel paa Cylindrene som paa Receiverne forsynet med Termometerlommer og Trykmaalere. Disse sidste er samlede paa den paa Fig. 36 mellem Mellemtryks- og Lavtrykcylinderen synlige Søjle.

For ved Optagelse af Indikatorgrammer at reducere de fra Indikatorsnorenes Længdevariationer hidrørende Fejl saa meget som muligt er der paa hver Side af Maskinen anbragt en stramt uds্পændt Streng (Klaverstreng), der bevæges af Reduktionsvippen, og som er forsynet med Øskener til Ihægtning af Indikatorsnorene, som ved dette Arrangement bliver ganske korte.

Spilledampen fra Lavtrykcylinderen (eller fra Mellemtrykcylinderen, naar Maskinen arbejder som Tandem Compound) ledes til det nedenfor beskrevne Kondensationsanlæg og maales her ved Vejning af Kondensatet. Alle Drænledninger fra Damptrøjen, Receiverne og Varmespiraler er førte til de paa Fig. 37 viste Vandsamlere, som er kalibrerede og forsynede med Vandstandsglas, saa at Mængderne af de forskellige Bikondensater kan bestemmes ved simpel Afæsning herpaa.

Kondensationsanlægget (Fig. 38), som tillige tjener til Fortætning af Dampen

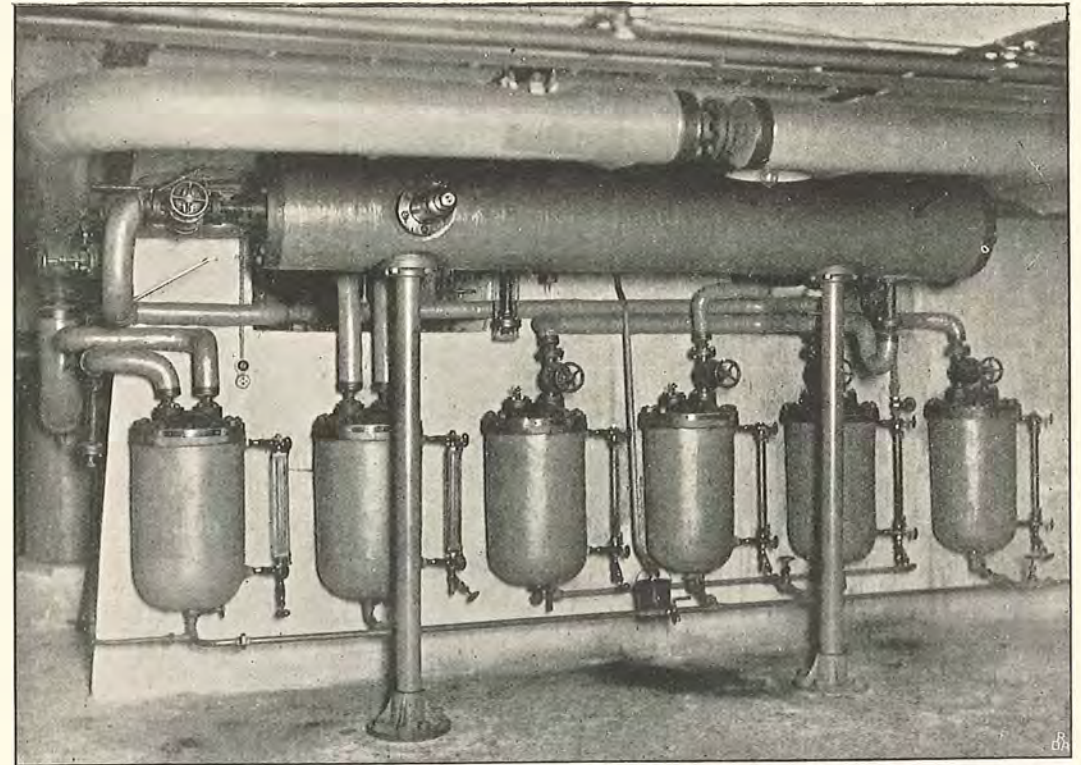


Fig. 37. Vandsamlere for Hoveddampmaskinen.

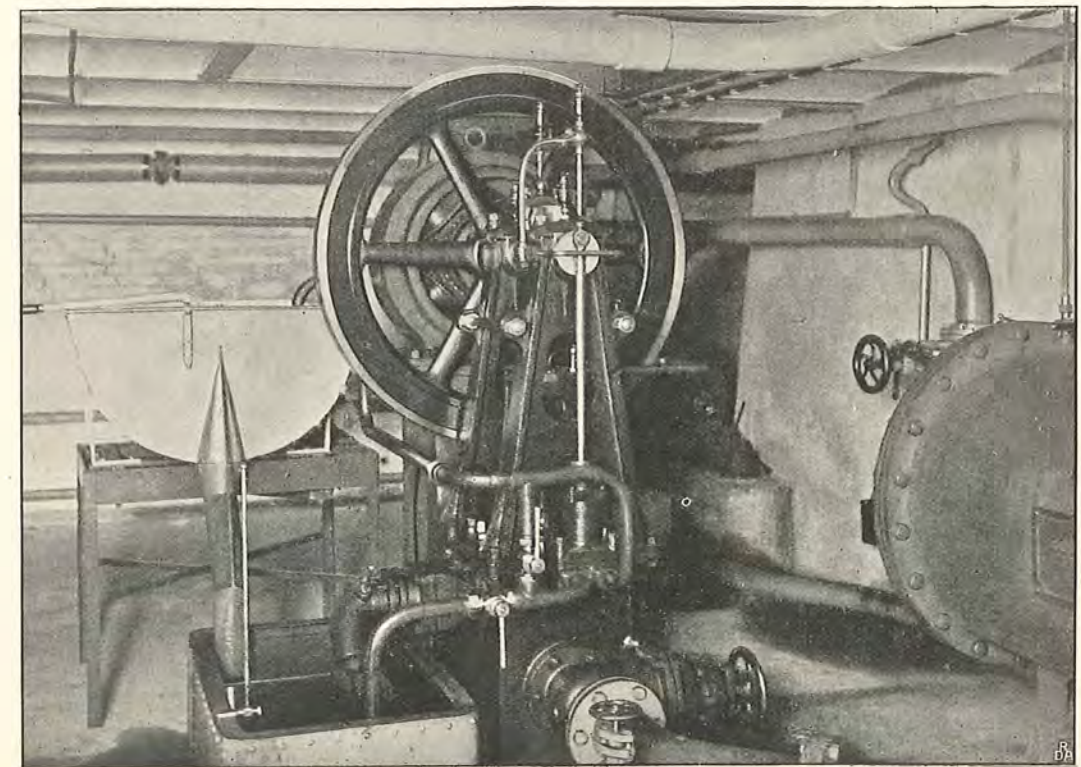


Fig. 38. Kondensationsanlæg.

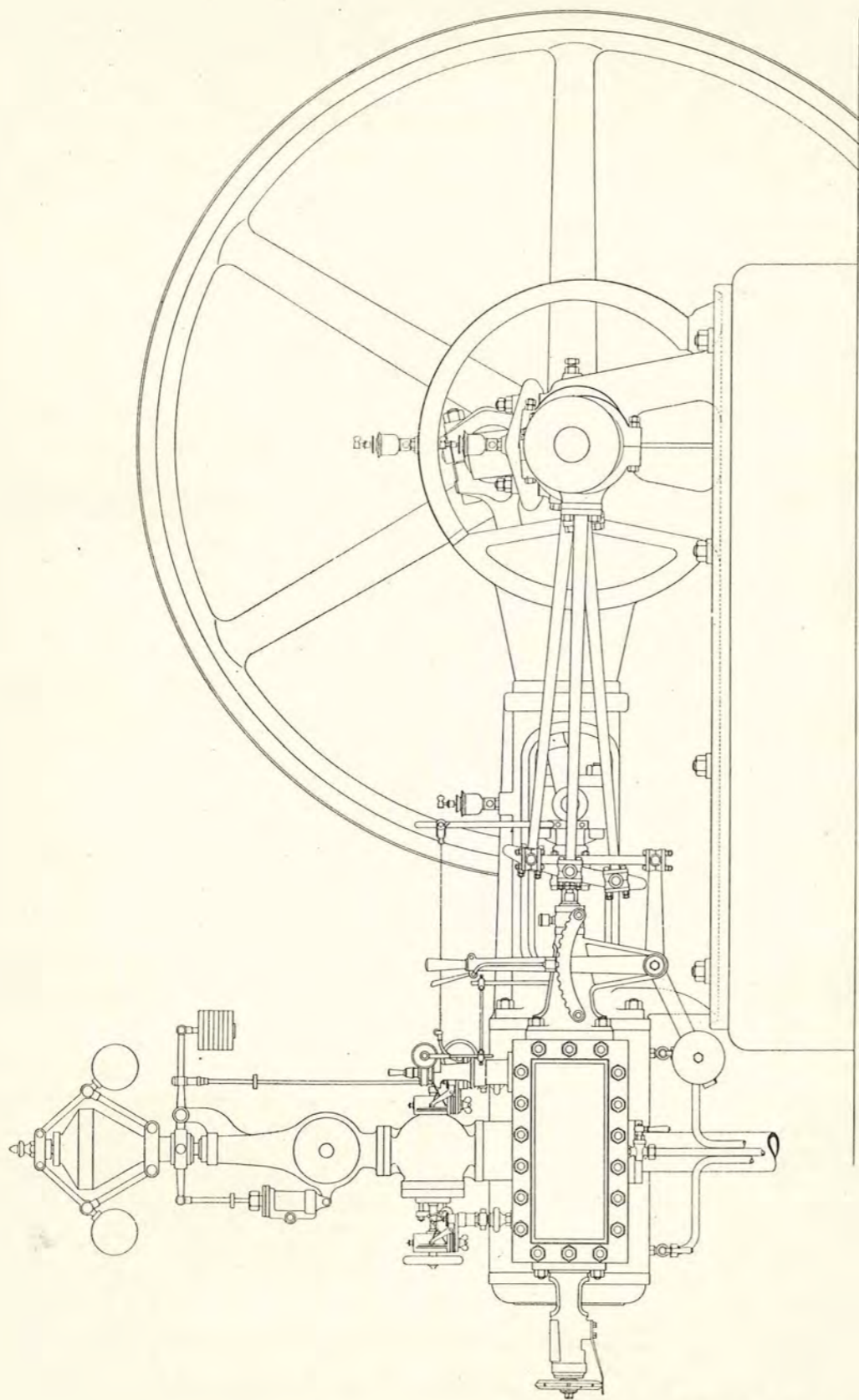
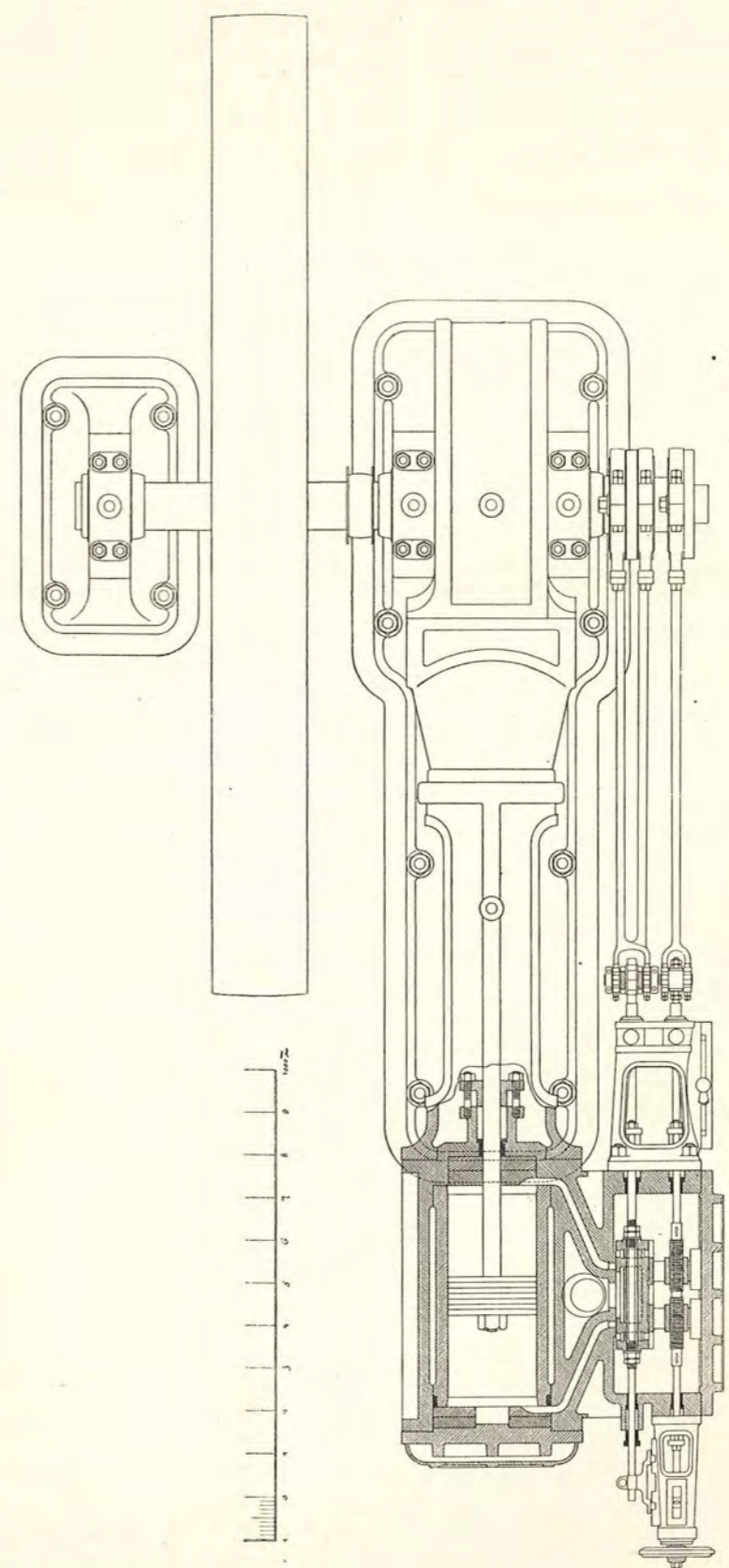


Fig. 39. Plan af



den mindre Dampmaskine.



fra den mindre Dampmaskine, bestaar af en Overfladekondensator paa 25 m<sup>2</sup> Rør-overflade med elektrisk dreven Luftpumpe og Cirkulationspumpe. Kondensatoren kan ogsaa arbejde som Indsprøjtningkondensator, og i Højde med Indsprøjtningbruseren er der paa begge Sider af den anbragt Vinduer, saa at Virkningen kan iagttages. Luftpumpen, der normalt gør 150 Slag pr. Minut, er af Edwards Type, og den er dimensioneret saa rigeligt, at den i Forhold til den store Dampmaskine er af normal Størrelse, naar der arbejdes med Indsprøjtningkondensation. Da Dampmaskinerne kun er bestemte til at gøre Tjeneste som Forsøgsmaskiner, er der ikke truffet nogle Foranstaltninger til at affedte den kondenserede Damp og føre den tilbage paa Kedlerne igen, og Luftpumpen afleverer derfor til en Beholder, hvorfra Vandet enten direkte løber til Kloakken eller først ved en lille Hjælpepumpe pumpes op over Vandvægten. Luftpumpen og Cirkulationspumpen drives ved direkte koblede Jævnstrømsmotorer, der ligesom Drejestrømsgeneratorens Magnetiseringskreds forsynes fra en Dynamo, der drives af en af Laboratoriets mindre Motorer. Kølevandet til Kondensatoren maa ved Forsøg af længere Varighed tages fra de kommunale Vandledninger, medens man ved mere kortvarige Prøver kan nøjes med at lade det cirkulere mellem Vandbeholderne i Gaarden og paa Loftet.

Den ovenfor omtalte Vandpumpe, som kan trækkes af Dampmaskinen ved direkte Tilkobling til Lavtryks Stempelstang, er en dobbelt Plungerpumpe med Riedlerske styrede Ventiler, men saaledes indrettet, at den tvungne Lukning af Ventilerne kan sættes ud af Funktion. Stemplet, der er 250 mm i Diameter, er tættest mod begge Cylindrene ved en enkelt Metalpakning, der er tilgængelig udefra, uden at man behøver at adskille Pumpen. Ved de foretagne Forsøg er der fundet en volumetrisk Virkningsgrad paa 98 pCt. Alle Ventilerne er forsynede med Indretning til Optagelse af Ventiløftningsdiagrammer, og i Ventilhusene er der anbragt Vinduer, saa at Ventilernes Bevægelse direkte kan iagttages.

Pumpen er direkte monteret ovenpaa en stor Sugevindkedel og trykker Vandet over i en Pladejerns Højtryksvindkedel, hvori det ønskede Modtryk skaffes tilveje ved at tvinge Vandet til paa Afgangssiden at passere et System af regulerbart belastede Ventiler. Størrelsen af den løftede Vandmængde maales ved et oppe i Loftstanken anbragt Overfald.

*Den mindre Dampmaskine*, Fig. 39, er en encylindret Maskine med 208 mm Stempeldiameter og 420 mm Slag. Ved Udveksling af Renskiven paa Regulatorakslen og ved forskellig Vægtbelastning af Regulatoren kan Omdrejningstallet varieres mellem Grænserne 100 og 200 pr. Minut. Maskinen er bygget for et højeste Damptryk paa 12 kg cm<sup>2</sup>, og Spildedampen afleveres til en i Gaarden anbragt Receiver, hvorfra den enten kan blæses ud i Luften eller suges over til den større Dampmaskines Kondensator og maales her ved Vejning af Kondensatet. Imellem Receiveren og Kondensatoren er der anbragt en Drølvventil, saa at Maskinen kan indstilles til at arbejde med et hvilket som helst Modtryk. Maskinen har Damptrøje, men ikke Bund- og Dækselopvarmning. Kondensatet fra Trøjen maales ligesom ved den store Maskine ved Opsamling i en kalibreret Vandsamler. Maskinen er forsynet med løse Paaføringsplader paa Cylinderbundene, saa at det skadelige Rum kan varieres i Forhold 1—2—3. For bekvemt at kunne demonstrere det skadelige Rums Indflydelse, hvor det ikke kommer an paa Maalinger af større Nøjagtighed, kan Variation i Forhold 1—2 tillige fremskaffes ved Paaskrning af et Par Vindkedler.

Dampen til Maskinen tages gennem en Reduktionsventil fra en paa Laboratoriets Hoveddampledning anbragt Separator, og ved at frembringe en passende Drøv-

ling af Damptrykket her kan man altid sikre sig, at Dampen er tør og mættet ved Indstrømningen i Maskinen.

Maskinen er styret ved Meyers Glider og er reversibel ved Hjælp af en Stephenson's Kvadrant. Alle Eksentrikkerne er drejelige, saa at Forspringsvinklerne kan varieres.

Ekspansionsglideren er desuden indrettet saaledes, at den ved Sammenskruning af Klodserne kan sættes helt ud af Funktion, og Fyldningsgraden kan da indstilles ved Hjælp af Kvadranten. Under Forsøg med Maskinen indstilles Fyldningen altid saaledes, at Regulatoren, der virker ved Drøvling af Dampen, er i Bundstilling og kun virker som Sikkerhed mod, at Maskinen tager Rous ved en eventuel pludselig Aflastning.

Drænledningerne fra Cylinderen og Gliderkassen er førte til et fælles Samlestykke, og ved at afspærre Afløbet herfra og holde et Par af Drænhænderne aabne kan man kunstigt frembringe de samme Forhold, som fremkommer ved utæt Stempel eller utæt Glider.

Som det kan ses af Tegningen, er der paa Enden af Hovedgliderstangen anbragt et Billede af Glideren, saa at dennes Stilling kan kontrolleres uden Aabning af Gliderkassen.

Ved Konstruktionen af begge Dampmaskinerne er der lagt særlig Vægt paa, at de i alle Forhold er saa gode Normalkonstruktioner som muligt, saa at de ogsaa ved Konstruktionsøvelserne kan tjene som Forbilleder.

Alle Laboratoriets øvrige Maskiner er Normaltyper, der blot er forsynede med de særlige Anordninger — Indikatorbevægelser, Termometerstutser og lignende — der er nødvendige af Hensyn til deres Anvendelse som Undervisnings- og Undersøgelsesobjekter. Gasmaskinen er tillige indrettet saaledes, at Kompressionsrummets Størrelse kan varieres og Kompressionsgradens Indflydelse herved undersøges. Maskinen er indrettet til Drift baade med Belysningsgas og Kraftgas, men har hidtil kun arbejdet med Belysningsgas, da Laboratoriet endnu ikke er i Besiddelse af et Gasgeneratoranlæg. Alle Forbrændingsmotorerne kan omstilles til at indsuge Luften gennem en Maaler, hvis Kapacitet er 250 Kubikmeter pr. Time. For at dæmpe Luftsvingningerne ved Indsugningen og frembringe en rolig Strøm gennem Maaleren er der foran denne anbragt en Vindkedel, hvis Volumen er 30 Gange den største af Motorernes Slagvolumen. Denne Maaler er iøvrigt først i det sidste Aar blevet installeret i Laboratoriet, og alle de hidtil foretagne Undersøgelser af Forbrændingsmotorerne er derfor alene baserede paa Maaling af Brændstoffet samt paa Analyserne af Brændstoffet og Forbrændingsprodukterne.

Til Optagelse af den udviklede elektriske Energi, naar Maskinernes Arbejde omsættes i saadan, have en af Kemp & Lauritzens Etablissement udført Nikkelbaands Belastningsmodstand, der varigt kan optage 100 Kw. trefaset Vekselstrøm ved 110 eller 190 Volt, og som er regulerbar i ret fine Trin.

### Kedelanlægget.

(Pl. III. samt Fig. 40 og 41).

I det nye Kedelhus findes følgende Kedler og Apparater installerede:

- a) 2 Stk. Babcock & Wilcox Dampkedler hver paa 68 m<sup>2</sup> Hedeflade.
- b) En Calverts Economiser paa 48 m<sup>2</sup> Hedeflade.

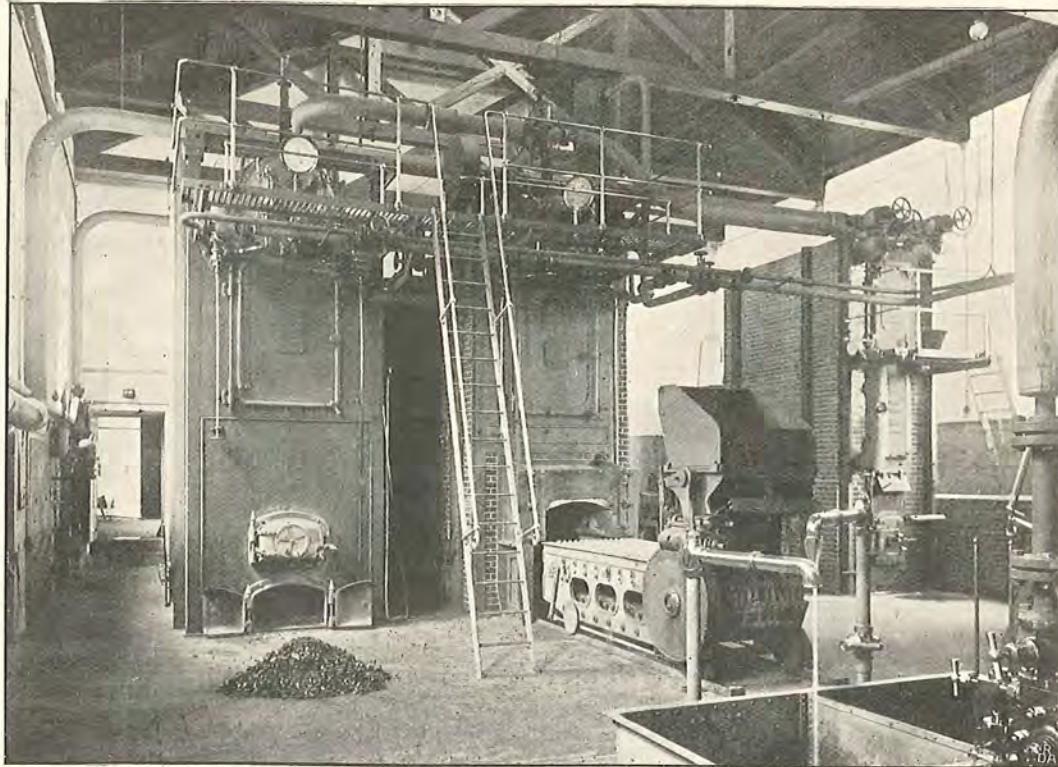


Fig. 40. Kedelanlæg.

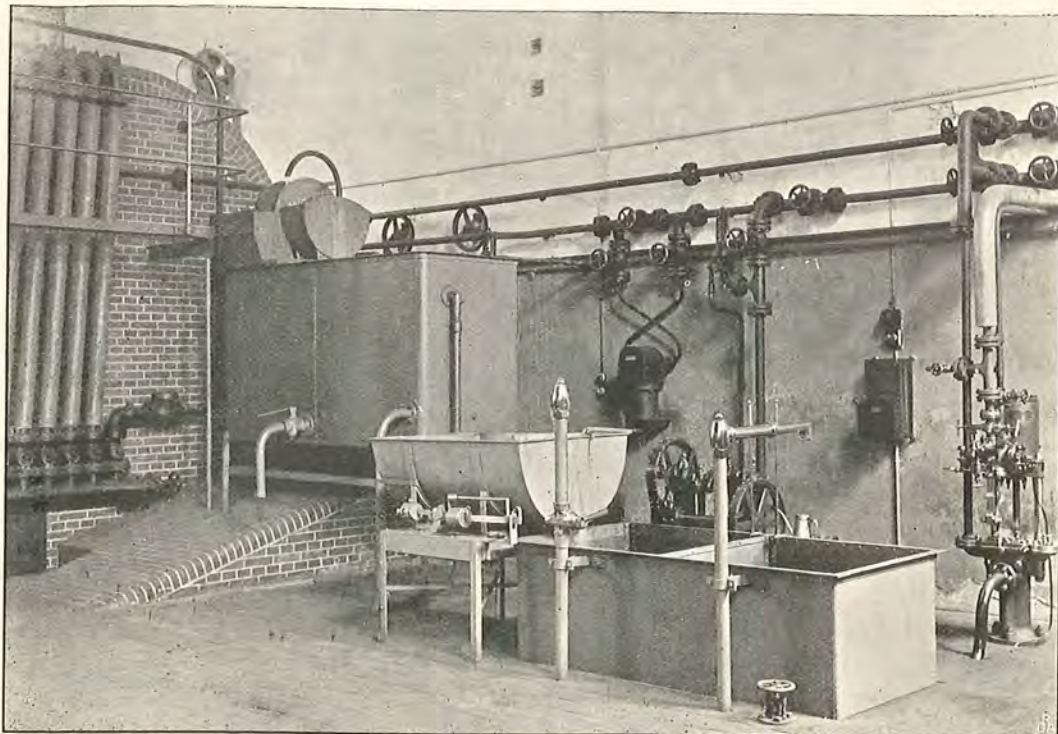


Fig. 41. Fødepumpearrangement.

- c) En separat fyret Overheder.
- d) En Møller og Jochumsens Vandrenser.
- e) En elektrisk dreven Fødepumpe.
- f) En dampdreven Fødepumpe (Wiers).
- g) En dampdreven Fødepumpe (Marsh) (anbragt i Vandsamlerrummet ved Siden af Kedelhuset).
- h) En Fødevandsmaaler (Kennedy).
- i) Vægt og Maalebeholdere til nøjagtig Bestemmelse af Fødevandsmængden.
- j) En Kulvægt.

I det i Forbindelse med det nye Kedelhus staaende ældre Anlæg findes 3 Stk. Cornwall Kedler med tilhørende Fødepumper, men dette Anlæg skal iøvrigt ikke omtales nærmere her.

Af de to Babcock & Wilcox Kedler, der er byggede for et Arbejdstryk paa 15 Atm., er den ene haandfyret, medens den anden er mekanisk fyret ved en Kæderist, som paa Fig. 40 ses trukket ud til Eftersyn. Iøvrigt er Kedlerne ganske ens, saa at der direkte kan anstilles Sammenligning mellem de to Fyringsmaader.

Overhederen er indrettet for Oliefyring. I Kedlernes, Overhederens og Economiserens Murværk er der i alle Træk indmuret Rør til Maaling af Temperatur og Træk og til Udtagelse af Røgprøver.

Den for de to Kedler og Overhederen fælles Røgkanal er ført som en Ring, hvis ene Gren gaar igennem Economiseren, medens den anden Gren gaar direkte til Skorstenen. Ringen er ved Drejespjæld delelig saaledes, at man kan lede Røgen fra den ene Kedel gennem Economiseren og Røgen fra den anden direkte til Skorstenen, eller lægge begge Kedler paa den gennem Economiseren eller begge paa den direkte til Skorstenen førende Gren. Til Skorstenen, som har en Højde over Risten paa 32,8 Meter og en mindste Lysning paa 1,2 m<sup>2</sup>, fører tillige Røgkanalen fra det ældre Kedelanlæg.

Af Hensyn til Kedlernes Anvendelse baade som Varmekedler og til Maskinlaboratoriets Brug har Kedlerne to Hovedstopventiler, saa at de kan lægges efter Behag paa det ene eller det andet Dampledningssystem, idet Laboratoriets og Varmeanlæggets Dampledninger er lagte fuldstændig uafhængige af hinanden. For ved nøjagtigere Forsøg at sikre sig mod, at der gaar Damp fra det ene System over i det andet, er der overalt anvendt dobbelt Afspærring. I Varmedampledningen er der lige efter Kedlerne indskudt en Reduktionsventil, som nedsætter Trykket til ca. 4 Atm. Laboratoriets Dampledning og den Del af Varmedampledningen, der fører højspændt Damp, er udført af 80 mm Staalrør med paavalsede Recesflanger og isoleret med Pyrostat.

Laboratoriets Dampledning er ført fra Kedlerne gennem Overhederen, der er forsynet med et Omløb, til en Separator i Maskinsalens Kælder og forgrenes her til de to Maskiner.

Fødevandsledningen er lige som Røgkanalen lagt som en Ring, saa Fødepumperne kan sætte Vandet paa begge Kedler gennem eller udenom Economiseren eller saaledes, at en Pumpe forsyner den ene Kedel gennem Economiseren, og en vilkaarlig af de andre Pumper forsyner den anden Kedel udenom Economiseren. Marshpumpen i Vandsamlerrummet kan endvidere benyttes til som Hjelpepumpe at sætte Retourvandet fra Varmeanlægget op i Vejeapparatet, hvorfra det saa sættes paa Kedlerne af en af de andre Pumper, hvilken Kombination altid bruges, naar der anstilles Forsøg med Kedlerne under disses Anvendelse som Varmekedler.

Af Installationen i Kedelhuset er Kedlerne leverede af Burmeister & Wain, Overhederen af Maskinfabrikken Atlas, Vandrenseren af Møller & Jochumsen, alt Rørarbejdet af Aktieselskabet Vølund, Vægtene fra Andersen & Jensens Vægtfabrik; Economiseren og Fødepumperne, der er af udenlandsk Fabrikat, er leverede gennem Grosserer V. Löwener.

De Øvelser og Arbejder, der foretages i Maskinlaboratoriet, har i Begyndelsen til Maal at bibringe de studerende Kendskab til og Fortrolighed med Brugen af de forskellige Maaleapparater og gaar derefter over til efterhaanden mere og mere indgaaende Undersøgelser af de forskellige Maskiner og af de termiske Processer, der foregaar i dem. Som Eksempler paa Omfanget af Øvelserne vedføjes her (S. 67—70) de skematiske Rapporter over en Øvelse med en encylindret Dampmaskine og med en Gasmaskine, saaledes som de afleveres af de studerende i andet Øvelseshalvaar.

H. BACHE.

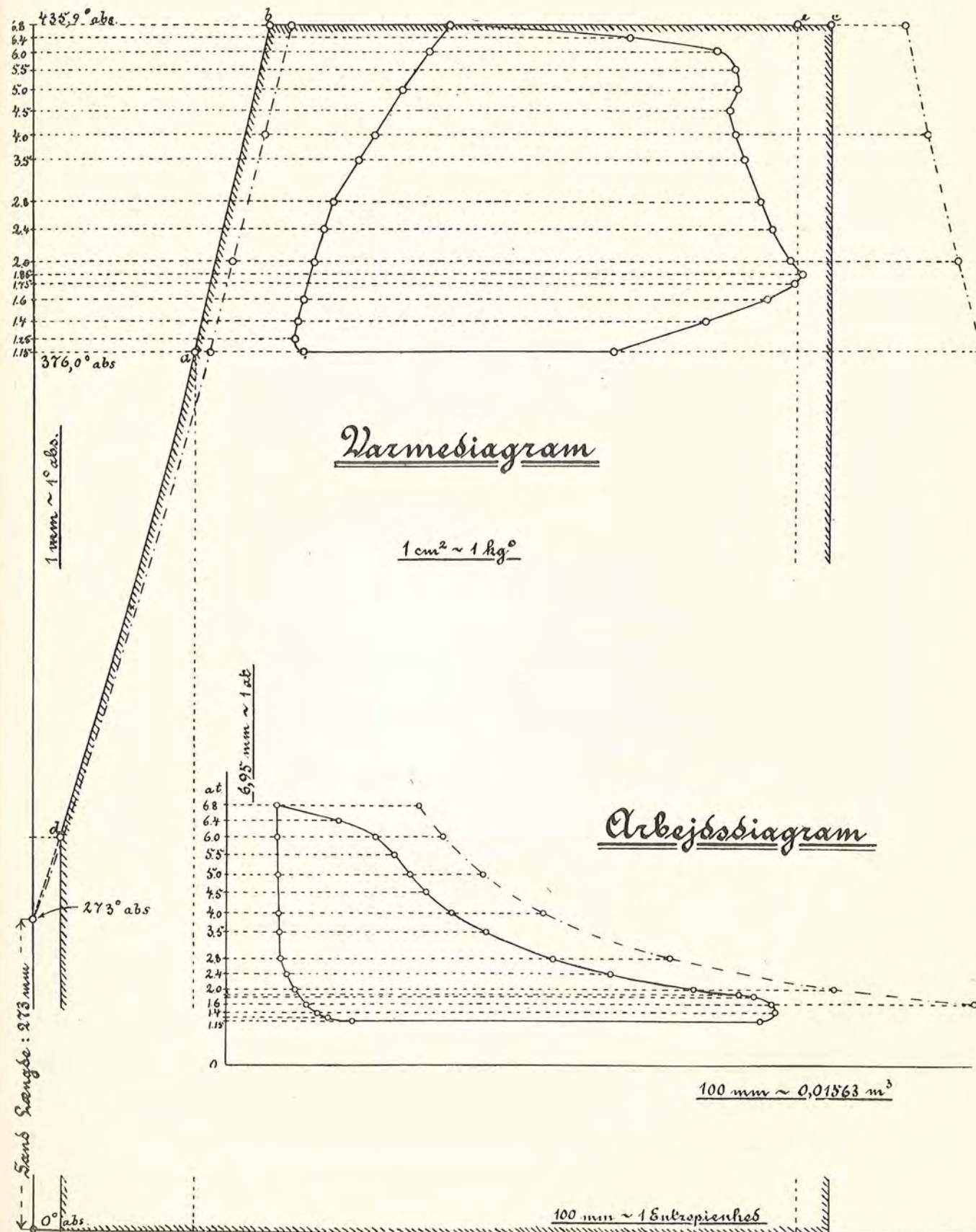


Fig. 42. Varme- og Arbejdsdiagram for den lille Dampmaskine.

Forsøg med Lille Dampmaskine foretaget af Hold Nr. 5 d. 11. Septbr. 1908.  
Prøvens Varighed:  $1\frac{5}{6}$  Time. Forsøg Nr.  $\frac{1}{1908}$ .

Fordelingsgliderens Forspringsvinkel:  $30^\circ$ .  
Kedeltryk:  $p_1$  5,8 kg/cm<sup>2</sup> Diff. = 6,84 kg/cm<sup>2</sup> abs. Luftens Tryk: 764,6 m/m Hg.  
Indstrømningstryk: 5,76 — — = 6,80 — = 1,04 kg/cm<sup>2</sup>.  
Afstrømningstryk: 0,11 — — = 1,15 —  
Modtryk:  $p_0$  0,1 — — = 1,14 —  
Vægt af Hovedkondensat pr. Time: 300,9 kg.

Dampens Tørhedsgrad ved Indstrømningen:  $y_i = 1$ .  
— — — — — ved Afstrømningen:  $y_a = 0,868$ .

Totalt Dampforbrug pr. Time: 315,0 — Fødevandets Temperatur =  $15^\circ$  C.  
Dampforbrug pr. Slag { ved Top: 153,3 —  
ved Bund: 147,6 —  
Dampforbrug pr. HK-Time { ind: 13,91 — Termisk Virkningsgrad: 0,071.  
eff: 15,99 — — — — : 0,062.  
Omdrejninger pr. Minut: 149,7.

Indiceret Middeldifferenstryk (Middel af 12 Diagrammer) { ved Top: 2,43 kg/cm<sup>2</sup>.  
ved Bund: 2,42 —

Ekspansionsgrad  $\varepsilon$  { ved Top: 3,97.  
ved Bund: 3,85.

Maskinens Hoveddimensioner:

Diameter af Stempel: 208 m/m  
— — Stempelstang: 38 —  
Slaglængde: 420 —

Skadeligt Rum { ved Top: 10,0 %  
ved Bund: 11,3 %

Belastningsmaade: *Dynamo*.

Aflæsning paa Voltmeter: 109,7 Volt. } Heraf beregnet: 12,23 Kilowatt.  
— — Ampèremeter: 111,5 Ampère. }

Dynamoens Virkningsgrad: 0,88. Remmens Arbejdsforbrug: 0,8 HK.

Indiceret Arbejdsydelse: 22,64 HK.

Effektiv — — — — — 19,70 — Mekanisk Virkningsgrad: 0,87.

Arbejdsydelsen i den ideelle Maskine pr. kg Damp pr. Time:

$$N i^0 = \frac{p_1 v_1}{27} \left( \frac{\mu}{\mu-1} - \frac{1}{\mu-1} \cdot \frac{1}{\varepsilon \mu-1} - \varepsilon \cdot \frac{p_0}{p_1} \right), \text{ hvor } \mu = 1,035 + 0,1 y_i.$$

$N i^0 = \left\{ \begin{array}{l} \text{ved Top: } 0,113 \text{ HK.} \\ \text{ved Bund: } 0,113 \text{ —} \end{array} \right\}$  Middel: 0,113 HK.

Indiceret Virkningsgrad: 0,634.

Medfølgende *Varmediagram* (Fig. 42) hører til Maskinens Top og svarer til 1 kg. cirkulerende Fluidum.

Den pr. Slag forbrugte Dampmængde:  $D_s = 0,01707$  kg.  
— — — i det skadelige Rum afspærrede Dampmængde (forudsættes tør og mættet ved Kompressionens Slutning):  $D_m = 0,00240$  —  
— — — cirkulerende Dampmængde:  $D_s + D_m = 0,01947$  —

#### Maalestoksforhold:

(se Diagrammet).

I Tabellen betyder

$p'$  Abscissen til Arbejdsdiagrammets Drivtrykside  
 $v''$  — — — — — Modtrykside } i m/m.  
 $vp$  — — — — — Mætningskurven  
 $y$  Dampens Tørhedsgrad.

(Se iøvrigt „Hütte“.)

p	$\gamma$	$v'$	$v''$	$\sigma$	$\frac{r}{T}$	$\sigma + \frac{r}{T}$	$y'$	$y''$	$y' \cdot \frac{r}{T}$	$y'' \cdot \frac{r}{T}$	$\sigma + y' \cdot \frac{r}{T}$	$\sigma + y'' \cdot \frac{r}{T}$	T	vp
6,8	3,533	9,1		0,473	1,128	1,601	0,2582		0,291		0,764		435,9	35,2
6,4	3,337	20,6		0,467	1,138	1,605	0,5517		0,628		1,095		433,5	
6,0	3,142	27,4	9,2	0,461	1,149	1,610	0,6911	0,2321	0,794	0,267	1,255	0,728	430,9	39,6
5,5	2,896	30,8		0,453	1,163	1,616	0,7160		0,833		1,286		427,6	
5,0	2,648	33,8	9,3	0,444	1,179	1,623	0,7184	0,1977	0,847	0,233	1,291	0,577	424,0	47,0
4,5	2,398	36,6		0,435	1,197	1,632	0,7045		0,843		1,278		420,1	
3,5	1,894	47,3	9,8	0,413	1,239	1,652	0,7192	0,1490	0,891	0,185	1,304	0,598	411,1	
2,8	1,534	59,8	10,0	0,393	1,276	1,669	0,7364	0,1232	0,940	0,157	1,333	0,550	403,5	81,2
2,4	1,329	70,1	11,1	0,380	1,301	1,581	0,7480	0,1185	0,973	0,154	1,353	0,534	398,4	
2,0	1,120	85,4	12,7	0,365	1,331	1,696	0,7680	0,1143	1,022	0,152	1,387	0,517	392,6	111,2
1,85	1,040	93,8		0,359	1,343	1,702	0,7831		1,052		1,411		390,1	
1,75	0,988	96,8		0,355	1,353	1,708	0,7680		1,039		1,394		388,4	
1,6	0,908	99,9	14,8	0,348	1,368	1,716	0,7285	0,1079	0,996	0,148	1,344	0,496	385,7	137,1
1,4	0,801	100,4	16,8	0,337	1,389	1,726	0,6456	0,1081	0,897	0,150	1,234	0,487	381,7	155,5
1,25	0,720		18,7	0,328	1,407	1,735		0,1081		0,152		0,480	378,4	
1,14	0,666	23,1	97,6	0,322	1,421	1,743	0,1236	0,5217	0,175	0,741	0,497	1,063	376,0	186,9

#### Varnebalance.

Tilført pr. Time:		203710 kg <sup>0</sup>	100 %
Omsat til indiceret Arbejde:	14315 kg <sup>0</sup>		
— — — effektivt — — — — —		12456 kg <sup>0</sup>	6,1 —
Tabt ved Maskinens indre Arbejde:		1859 —	0,9 —
— — — Trøjekondensat:		2116 —	1,0 —
— — — Spildedamp:		151804 —	74,6 —
		168235 kg <sup>0</sup>	168235 —
Tabt ved Straaling, Lødning m. m. *)		35475 kg <sup>0</sup>	17,4 —

\*) Heri medregnet den Varme, den afstrømmende Damp optager fra Glider og Dampkanaler.

Forsøg med Gasmaskine, foretaget af Hold Nr. 11 den 10. Septbr. 1908.

Prøvens Varighed: 2 Timer. Forsøg Nr. 27/1908.

Brændstoffets Sammensætning (Middeltal af: 3 Analyser):

CO<sub>2</sub>: 2,6 %; C<sub>2</sub> H<sub>4</sub>: 3,9 %; O<sub>2</sub>: 0,9 %; CO: 14,2 %; H<sub>2</sub>: 48,3 %; CH<sub>4</sub>: 26,8 %; N<sub>2</sub>: 3,3 %.

Brændstoffets øvre Brændværdi: 4 619 kg<sup>0</sup>.

Gassens Temperatur: 17,2° C.

Luftens Temperatur: 18,9° C.

Gassens Overtryk: 1,64 eng. Tom. V. S. = 3,1 m/m Hg.

Luftens Tryk: 753,3 m/m Hg.

Aflæsning paa Maaler ved Forsøgets Slutning:

58258,7

— — —

Begyndelse:

57644,1

Differens:

614,6 eng. Kbfod.

Korrektion (÷ 1 %)

6,1 —

Ialt: 608,5 eng. Kbfod = 17 230 m<sup>3</sup>.

Totalt Brændstofforbrug (reduceret til 15°, 1 at.): 17,53 m<sup>3</sup>.

Brændstofforbrug pr. Time (reduceret til 15°, 1 at.): 8,76 m<sup>3</sup>.

Brændstofforbrug f indiceret: 0,56 m<sup>3</sup> f reduceret til } Termisk Virkningsgrad: 0,246.  
pr. HK.- Time { effektiv: 0,62 m<sup>3</sup> { 15°, 1 at. } — — : 0,220.

Forbrændingsprodukternes Sammensætning (Middeltal af 3 Analyser):

CO<sub>2</sub>: 12,1 %; C<sub>2</sub> H<sub>4</sub>: 0 %; O<sub>2</sub>: 1,8 %; CO: 0,1 %; H<sub>2</sub>: 0 %; CH<sub>4</sub>: 0 %; N<sub>2</sub>: 86,0 %;

Forbrændingsprodukternes Temperatur: 372,6° C.

Kølevandsmængde pr. Time: 385,1 kg.

Kølevandets Temperatur ved Udløbet: 60,5° C.

— — — Indløbet: 13,4 —

Differens: 47,1° C.

Belastningsmaade: *Dynamo*.

Aflæsning paa Voltmeter: 106,8 Volt.

— — Amperemeter: 80,4 Ampere.

} Heraf beregnet: 8,59 Kilowatt.

Dynamoens Virkningsgrad: 0,86.

Remmens Arbejdsforbrug: 0,5 HK.

Aflæsning paa Omdrejningstæller ved Forsøgets Slutning:

368027.

— — —

Begyndelse: 355045.

Differens: 12982.

Maskinens Omdrejningstal pr. Minut: 216,4.

Effektiv Arbejdsydelse: 14,08 HK.

Indiceret Middeldifferenstryk (Middeltal af 13 Diagrammer): 4,01 kg/cm<sup>2</sup>.

Maskinens Hoveddimensioner:

Diameter af Stempel: 240 m/m.

Slaglængde: 360 m/m.

Indiceret Arbejdsydelse: 15,71 HK.

Mekanisk Virkningsgrad: 0,896.

Forholdet  $\frac{\text{Luft}}{\text{Brændstof}} = \begin{cases} 4,60 & \text{(teoretisk).} \\ 4,54 & \text{(virkeligt).} \end{cases}$

Volumetrisk Virkningsgrad: 0,459.

### Varmebalance:

Tilført pr. Time:

40462 kg<sup>0</sup>

Omsat til effektivt Arbejde:

8899 kg<sup>0</sup>

Tabt ved Maskinens indre Arbejde:

1030 —

Bortført med Kølevandet:

18138 —

Bortført med Udblæsningluften som fri Varme:

3944 —

Tab ved ufuldstændig Forbrænding:

98 —

Bundet til den bortførte Vanddamp:

5317 —

37426 kg<sup>0</sup>

37426 —

Tabt ved Straaling m. m. (inkl. Fejl)

3036 kg<sup>0</sup>

## Den teknologiske Samling.

*Undervisningen i mekanisk Teknologi* har fundet Sted ved den polytekniske Lærestanstalt lige siden dens Oprettelse, og i den langt overvejende Tid, — nemlig i over 50 Aar — var Professor Wilkens Lærer i dette Fag. Den Ordning af Stoffet, som han brugte, var en lignende, som den berømte, tyske Teknolog *Karl Karmarsch* fulgte ved sin Undervisning ved den tekniske Højskole i Hannover, idet Faget foredroges som *speciel Teknologi*, hvori Metalbearbejdning behandles for sig, Træbearbejdning for sig, o. s. v. Omendskønt nutildags en anden Ordning finder mere og mere Indgang i Udlandet, idet Faget foredrages som *almindelig Teknologi*, hvorefter Inddelingen ikke hovedsagelig sker *efter Materialernes Art* saaledes som i den specielle Teknologi, men *efter Bearbejdningsmetoderne*, saaledes at der f. Eks. under et Afsnit, der hedder „Boring“, omtales, hvorledes man borer i Metal, Træ, Sten, Glas o. s. v., er der dog ved Lærestanstalten bibeholdt i det væsentlige den samme Ordning af Stoffet, som Professor Wilkens brugte, da undertegnede Lærer mener, at den i den almindelige Teknologi brugte Ordning af Stoffet ganske vist er mere videnskabelig og interessantere, men dog ikke egner sig godt for Undervisningen her, hvor det gælder om i et kortvarigt Kursus at bibringe de studerende saa mange, direkte nyttige Kundskaber som muligt.

Medens Stoffet ved Undervisningen altsaa endnu foredrages væsentlig ordnet, som ved Professor Wilkens' Foredrag for over 20 Aar siden, er Undervisningen dog paa adskillige Maader bleven stærkt moderniseret.

Saaledes finder naturligvis mange nye Arbejdsmetoder og Maskiner og Apparater Omtale i Stedet for tilsvarende forældede Metoder og Indretninger, og navnlig er *den eksperimentale Teknologi* optaget som Undervisningsemne, derunder *Metalmikroskopien*. Trescas, Kicks og andre Forskeres teknologiske Eksperimenter gaar jo ud paa *at begrunde Foregangen ved Formforandringsarbejderne*, som man tidligere ved den teknologiske Undervisning maatte indskrænke sig til *at beskrive*, og Metalmikroskopien giver et Indblik i Legeringernes Struktur, som i høj Grad supplerer det Kendskab til dem, man kan erholde ved den kemiske Analyse, og forklarer en Mængde Forhold ved deres Egenskaber, som man uden den mikroskopiske Undersøgelse har staaet ganske uforstaaende overfor.

Paa et andet Punkt er Undervisningen stærkt moderniseret, nemlig ved en meget vidt dreven Anvendelse af *Anskuelsesundervisning*. Denne gives hovedsagelig paa tre Maader, nemlig 1) ved *Udførelsen af Fabriksbesøg og Ekskursioner*, 2) ved *Benyttelsen af Lysskiver og Vægtavler*, og 3) ved *Forevisning af Genstande fra den teknologiske Samling*, men desuden ved Forevisning af Eksperimenter, ved Benyttelse af Mikroskop, og ved Forelæggelse af teknologisk Litteratur, saasom Bøger, Priskataloger, tekniske Tidsskrifter o. s. v. Endelig maa den *Værkstedssuddannelse*, som kræves af Maskin- og Elektroingeniører, jo betragtes som en særdeles værdifuld Anskuelsesundervisning til Støtte for en væsentlig Del af Undervisningen i mekanisk Teknologi.

Hvad *Fabriksbesøgene* her i Byen og *Ekskursioner* til Fabrikker og Udstillinger angaar, har det i en Række Aar været saaledes, at følgende Fabrikker og Institutioner besøges af alle studerende ved Lærestalten:

Aktsk. Kbhvns. Hesteskofabrik, Aktsk. Titans Støberi, Aktsk. Glud & Marstrands Blikvarefabrik i Utterslev, Kapt., Smedemester Høst's Smedie i Ravnsborggade, Aktsk. Nielsen & Winthers Værktøjsmaskinfabrik, Statsbanernes Centralværksted, Aktsk. Burmeister & Wains Fabrik paa Christianshavn, Orlogsværftet, Aktsk. Burmeister & Wains Værft paa Refshaleøen, Aktsk. Helsingørs Jærnskibs- og Maskinbyggeri, Skånska Cementaktiebolagets Cementstøberi i Malmø, Aktieselskabet den Ankerske Marmorforretnings Fabrik i Frihavnen og enten Aktsk. Silvans Fabrik i Aarhusgade eller Aktsk. Køhlers (nu „Phoenix“) Fabrik paa Mariendalsvej.

Men desuden har Fabrik-, Maskin- og Elektroingeniører alle tilsammen eller delvis besøgt en Mængde forskellige Fabrikker i København og Omegn, saaledes den kgl. Mønt, Geværfabrikken, Hærens Laboratorium, Kattinge Sulfitcellulosefabrik, Ørholm Papirfabrik, og desuden Bogtrykkerier, Avistrykkerier, Tapetrykkerier, Spinderier, Væverier, Trikotagefabrikker, Dampmøller, og der er gjort længere Ekskursioner til Øvedklosters Sandstensbrud i Skaane, til Jærn- og Staalværker m. m. i Lübeck og Stettin og endog to Gange større Ekskursioner til norske Fabrikker efter Indbydelse af Konsul G. Smidth i Skien.

Hvad *Lysbilleder* angaar, er der nu henad 500 saadanne til Raadighed for Undervisningen, dels forestillende Jærn- og Staalværker, Gruber etc., altsaa Anlæg, som ikke kan forevises for de studerende paa anden Maade, dels forestillende Maskiner, dels Mikrostrukturer og endelig berømte Teknologer.

Af *Vægtavler* er der efterhaanden ligeledes tilvejebragt et ret stort Antal, som navnlig forestiller Maskiner, det vilde tage ret lang Tid at tegne op ved Foredraget.

Hvad endelig den teknologiske Samling angaar, skal her oplyses følgende:

Den har sin første Oprindelse fra, at *Reiersens Fond* allerede et Par Aar efter Lærestaltens Oprettelse i 1829 bevilgede 400 Rdl. aarlig i fem Aar til Oprettelse af en Værktøjsamling. Da *Wilkens* faa Aar efter blev Lektor i mekanisk Teknologi, udvidede han Værktøjsamlingen til ogsaa at omfatte en Vare- og Produkt-

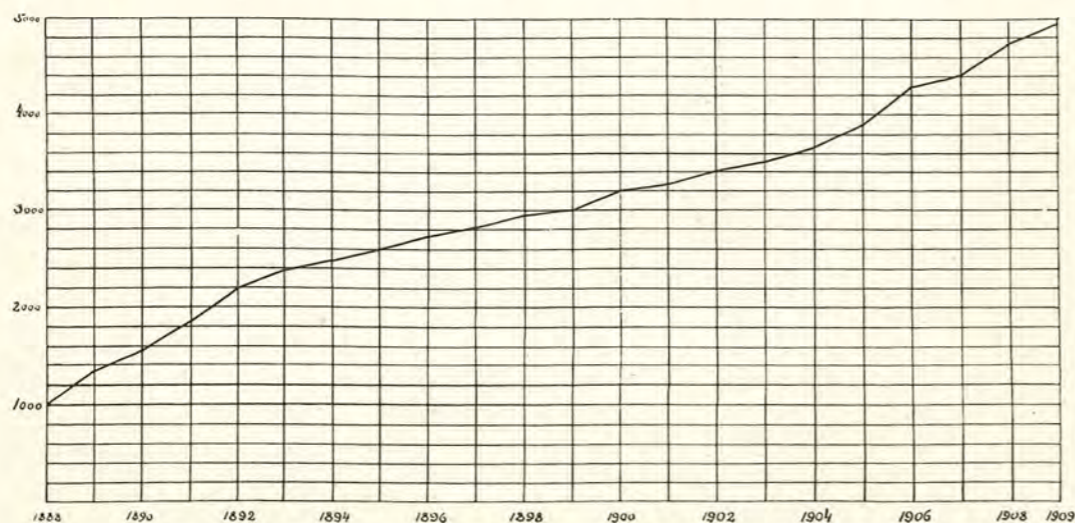


Fig. 43. Grafisk Fremstilling af den teknologiske Samlings Vækst.

samling, kaldet den teknologiske Samling, og gjorde i de 50 Aar, han var Lærer, en Del for at forøge de nævnte Samlinger, saaledes at de ved hans Afgang i 1886 talte ca. 1,000 Numre. Noget Katalog naaede han imidlertid aldrig at affatte, og da ved hans Afgang Prof.

*S. C. Borch* for et Par Aar midlertidigt paatog sig at overtage hans Stilling, udførte han det højst for tjenstfulde Arbejde at bringe Samlingen i Orden og katalogisere den. Samlingen havde den Gang 200 Kr. aarlig at raade over, saa at det ikke var saa underligt, at den i den lange Aarrække ikke var naaet til nogen synderlig Størrelse. — Siden den undertegnede, nuvæ-

rende Professor i Teknologi overtog dens Bestyrelse i 1888, er nævnte aarlige Sum, takket være Bevillingsmyndighederne, vokset fra 200 Kr. til 2,800 Kr., foruden at der nu er ansat en Assistent ved Samlingen, og ved flere Lejligheder har Samlingen faaet betydelige Tilvækster, saaledes efter den store Udstilling i 1888, hvor Læreren i sin Stilling som Inspektør ved Maskinudstillingen, kunde skaffe den en Mængde Gaver af Udstillingsgenstande, ved hans Rejser til næsten alle senere Verdensudstillinger, navnlig Chicagoudstillingen samt til Stockholmundstillingen i 1897 m. fl. I den forløbne Snes Aar har Samlingen gennemsnitlig modtaget en Forøgelse hver 2. Dag. Den er da ogsaa nu naaet til at tælle omtrent 5,300 Numre, men langt flere enkelte Genstande. Fig. 43 giver en grafisk Fremstilling af Samlingens Vækst i den sidste Snes Aar. At der nu ogsaa er ansat en Docent i Faget, Ingeniør *Thaulow*, som interesserer sig for

Samlingens Udvidelse, vil sikkert give sig Udslag i en stigende Tilvækst.

Ved den store Udvidelse, der i de sidste Aar er foregaaet ved Nybygninger til Lærestalten, blev der Plads til nye Lokaler for Samlingen, men skønt disse er mere end dobbelt saa store som de tidligere, er Lokalerne i Virkeligheden allerede overfyldte.

Samlingen er ordnet i tre Værelser; i det største findes Raastoffer, Værktøj og Produkter vedrørende Træbearbejdning og Bearbejdning af Tekstilstof-

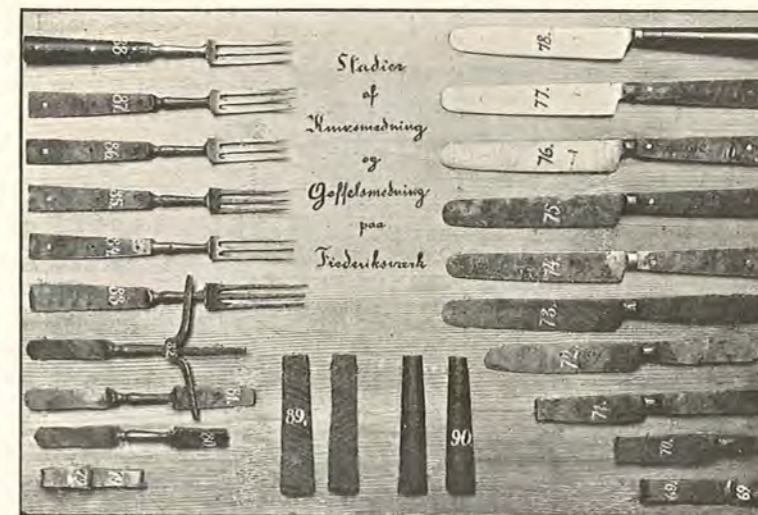


Fig. 44. Fabrikationsstadier af Bordknive og -gaffler.

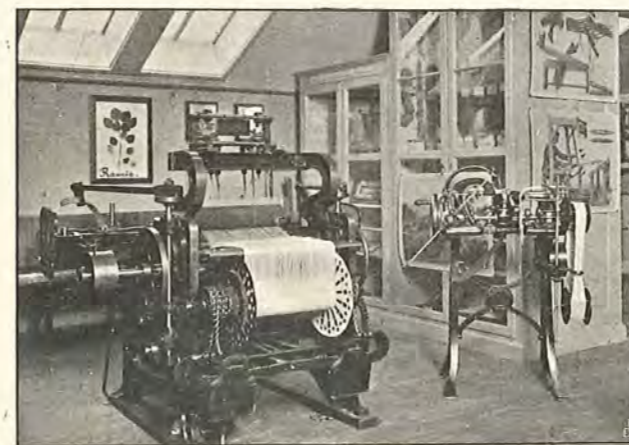


Fig. 45. Teknologisk Samling. Mekanisk Væv og en Synaals-Trædemaskine.

fer, derunder Papirfabrikation, samt vedrørende grafiske Kunster m. m. I det næststørste Rum findes Raastoffer, Værktøj og Produkter vedrørende Metalbearbejdning og i det tredje Rum vedrørende Stenbearbejdning, Gibs- og Glasarbejder etc. samt Lærestaltens Materiallæresamling, som væsentlig er tilvejebragt af Doc. *Suenson*.

I den teknologiske Samling findes en Mængde Genstande paa forskellige Fabrikationsstadier, hvad der er særlig nyttigt ved Undervisningen, — se f. Eks. Fig. 44, der viser gamle Metoder for Fremstilling af Bordknive og -gaffer.

Iblandt den Mængde Gaver, der i Aarenes Løb er skænkede Samlingen, vil man særlig bemærke: En Model af en Papirmaskine fra Etatsraad *Ferslew*, en Jacquardmekanisme og en meget sindrig Synaals-Trædemaskine for Brodermaskin-Synaale — se tilhøjre paa Fig. 45 — fra Grosserer *Holger Petersen*, en lille, mekanisk Væv — se midt paa Fig. 45 — fra Fabrikant *Dugdale* ved Dir. *Carl Ruben*, en stor Samling moderne Skotøj paa forskellige Fabrikationsstadier fra Aktieselskabet *Hertz's* Garverier, en gennemskaaren Damppumpe fra Konsul *Smidth* i Skien, en Støbemodel af Statsbanernes ny Compound-Lokomotivers Maskiner fra Statsbanernes Maskinafdeling ved Dir. *Busse*, et meget smukt Stykke Carborund fra Grosserer *Chr. Schmidt*, en Samling Møllerimaskiner fra Grosserer *Borum* m. m., en stor Samling Trykplader fra Redaktør *Aller*, *H. P. Henriksens* originale Handskesymaskine, skænket af hans Enke samt endelig det Silkebænder, som Sættemaskinens Opfinder, Typograf *Chr. Sørensen* fik overrakt af Kejser *Napoleon d. 3.* paa Pariserudstillingen i 1855, hvor hans Maskine erholdt den store Guldmedaille, og som hans Enke i 1908 har skænket Samlingen.

I Udlandet findes vel langt større teknologiske Samlinger end Lærestaltens, der navnlig er i Besiddelse af mange flere store Maskiner, end der herhjemme kan være Raad til at anskaffe eller skaffe Plads til. Men paa den anden Side er Samlingen her en af de største i Verden blandt dem, der findes knyttede til de tekniske Højskoler, idet den vistnok kun overgaas af Samlingerne i Wien og Hannover, og saa vidt vides, er disse endnu ikke saaledes ordnede som Samlingen her, at der ved hver enkelt Genstand er opstillet en forklarende Etiket, saa at Publikum nogenlunde paa egen Haand kan finde sig til Rette.

Ved det store Arbejde, det har været at flytte Samlingen og saaledes etikettere, har Samlingens forhenværende Assistent, Hr. cand. polyt. *Vanggaard* samt nuværende Assistent, Hr. Konstruktør *Thorarensen* gjort udmærket Fyldest.

Den Begyndelse til et *Industri-museum*, der her er skabt, blev i Efteraaret 1907 aabnet for Publikum, for at Samlingen kunde gøre Nytte ud over at tjene Lærestaltens Undervisning i Teknologi. Samlingen holdes aaben Torsdag Aften Kl. 7 - 9 og Søndag Form. Kl. 10—12, og der er to Assistentter til Stede for at kunne afgive ønsket Forklaring.

I Vinteren 1908—09 blev den besøgt af 1,800 Personer, deriblandt en Del Foreninger. I Slutningen af April Maaned 1909 lukkedes Samlingen indtil Efteraaret s. A., da Landsudstillingen i Aarhus ønskede, at en Del af den blev udstillet der. I Studieaaret indtil Sommeren 1910 blev Samlingen besøgt af c. 1,200 Personer, hvoriblandt atter en Del Foreninger og Elever fra teknisk Skole.

H. I. HANNOVER.

## Undervisningen i Skibsbygning.

Undervisningen i Skibsbygning I (se Lærestaltens Program Side 33), der er bestemt for alle Maskiningeniører, vil blive ledet paa følgende Maade:

Omtrent  $\frac{2}{3}$  af de til Faget bestemte Timer vil være Forelæsninger, hvori det foreskrevne Pensum bliver gennemgaaet paa Grundlag af Haandbøger over Skibsbygning; Resten af Timerne vil blive anvendt til Eksaminatorier. De til Faget knyttede Øvelser i Skibskonstruktion foregaar paa Lærestaltens Tegnestuer under Lærerens daglige Tilsyn.

Til Undervisningen knytter sig enkelte Besøg paa Skibsværfter samt i større Skibe.

Undervisningen i Skibsbygning II (se Programmet Side 34), der er bestemt for de Maskiningeniører, som paatænker at søge Ansættelse ved den egentlige Skibsbygningsindustri, vil blive ledet paa en noget afvigende Maade, hvilket kan gøres, fordi Deltagernes Antal sandsynligvis bliver ringe.

Kun henimod Halvdelen af det til Faget bestemte Timeantal vil blive benyttet til Forelæsninger, hvori de vanskeligere Dele af det foreskrevne Pensum bliver gennemgaaet; Resten af Timerne vil blive anvendt til Eksamination samt til Gennemgang og Løsning af mindre Opgaver i Skibsbygning og Skibskonstruktion; en Del saadanne Opgaver vil ogsaa blive givet som Hjemmearbejde.

Denne Opgaveløsning maa anses for at have stor pædagogisk Betydning, dels af Hensyn til Eksamen, dels — og væsentligst — fordi den studerende derved tvinges til selvstændigt Arbejde med Fagets Detailler, medens Øvelserne i Skibskonstruktion paa Lærestaltens Tegnestue, der foregaar under Lærerens Tilsyn, giver ham Færdighed i Projektering af i hvert Fald ét mindre og ét middelstort Skib.

Endvidere er det Hensigten, at disse studerende i stor Udstrækning skal aflægge Besøg paa Skibsværfterne, ikke alene for at sætte sig ind i den egentlige Bygning af Skibe, men ogsaa for at blive fortrolig med Udførelsen af Detailarbejder paa et Skibsværft.

Lærestaltens Skibsbygningssamling bestaar af en Del Instrumenter, enkelte Skibsmodeller samt en betydelig Mængde tegnede Vægtavler, som i stor Maalestok viser Detailler og Hoveddele af Skibe og Skibsmaskinerier, en enkelt saadan er afbildet i Fig. 46.

Som det fremgaar af Lærestaltens Program Side 13 kan de studerende Maskiningeniører vælge at udarbejde deres Eksamensprojekt enten i Maskinkonstruktion eller



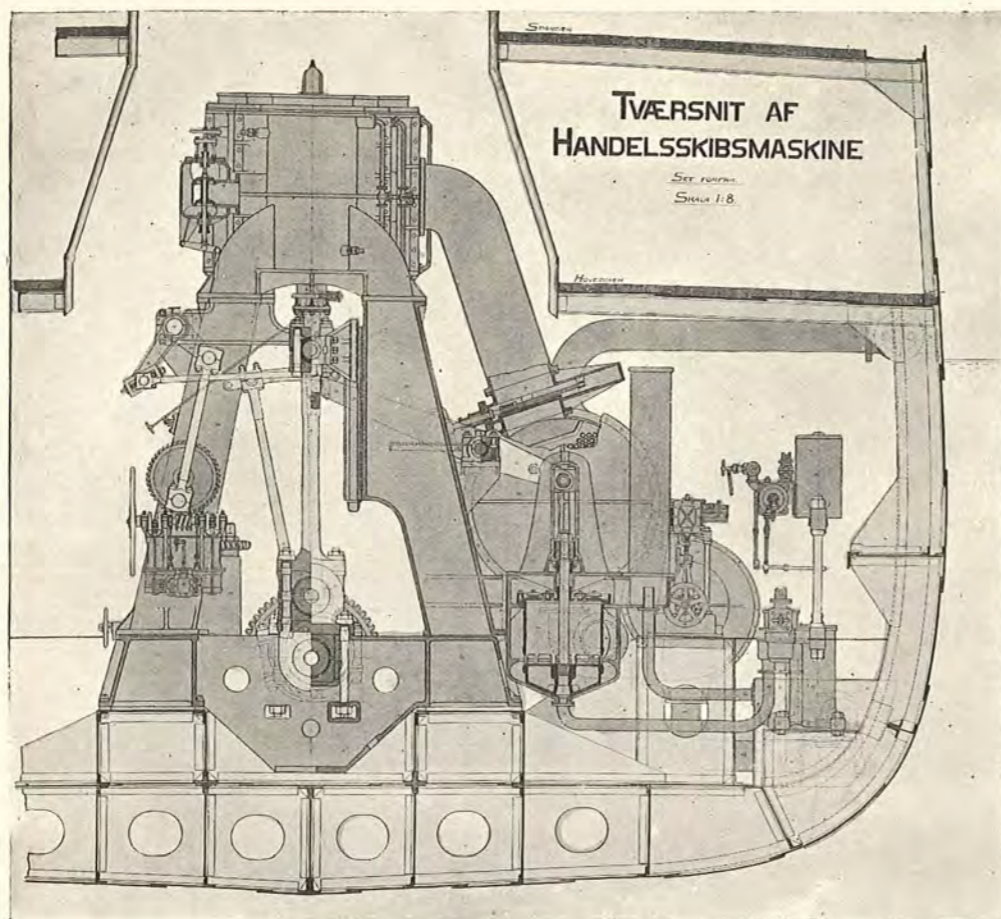


Fig. 46.

i Skibsbygning. Vælges det sidste, skal den studerende opgive Skibsbygning I og II til anden Del af polyteknisk Eksamen for Maskiningeniører.

Selv om dette Valg ikke behøver at være afgørende med Hensyn til den studerendes senere Livsbane, kan det dog faa stor Indflydelse derpaa, hvorfor nogle vejledende Bemærkninger desangaaende maa antages at være af Betydning.

Som indledende Bemærkning kan man sige, at den studerende kun bør vælge Eksamensprojekt i Skibsbygning, naar han føler særlig Lyst til netop at studere dette Fag samt mener at være i Besiddelse af visse Egenskaber, der i nogen Grad er nødvendige for at udarbejde Eksamensprojektet, og i høj Grad er nødvendige for at arbejde sig op til en ledende Stilling i Skibsbygningsfaget.

1) For at kunne undersøge, om de stillede Betingelser for Bygningen af et Skib kan tilfredsstilles eller ej, maa den ledende Ingeniør, uden at støtte sig til omhyggelige Beregninger, være i Stand til at fastsætte Hoveddimensionerne og fremstille en Tegning af Skibet, der tilnærmelsesvis giver dets Størrelse, Stabilitetsforhold og Materialdimensionering samt et passende Arrangement af dets Indhold; dette kræver Sans for Rumstørrelser, en udviklet Afbildningsevne og en god Hukommelse for Talstørrelser.

2) Med denne Tegning som Grundlag kan man ved Beregninger undersøge, om de stillede Betingelser er mulige, disse Beregninger er talrige og langvarige, men ikke

særligt vanskelige, de kræver derfor nærmest en stærkt udviklet Sans for almindelige Regneoperationer.

3) De Kræfter, som paavirker Skibet, naar det flyder paa Vandet, ruller eller duver paa Bølgerne og samtidig drives frem ved Vind, Damp eller anden Drivkraft, skal modvirkes ved en passende Fordeling af Materialet, som skal have den mindst mulige Vægt i Forbindelse med den størst mulige Styrke; men da Virkningen af disse Kræfter ofte ikke kan findes gennem Beregninger, maa Ingeniørens Kundskaber i Styrkeberegning være underbygget med en solid fysisk Forstaaelse, da Brugen af matematiske og empiriske Formler er udelukket i mange Tilfælde.

4) Ved Bygningen af Passagerskibe søger Skibsværfterne hyppigt kunstnerisk Assistance til Udsmykningen af Saloner etc.; men selv om dette gøres, maa den ledende Ingeniør have saa megen Sans for Former og Farver, at han kan kritisere og eventuelt forandre kunstneriske Forslag saaledes, at de bliver praktisk udførlige.

5) Da Skibsbygningens Teori i høj Grad er baseret paa Differential- og Integralregning samt rationel Mekanik, maa et godt Kendskab til den Slags matematiske Operationer siges at være nødvendig.

C. HANSEN.

## Øvelser i Vandbygningsfagene.

For samtlige Bygningsingeniører afholdes praktiske Øvelser i Vandbygning med 7 Uger i 7. Halvaar ( $1/11-22/12$ ) og 1 Uge i 8. Halvaar ( $1/2-8/2$ ).

Hver Elev faar 4 Opgaver at løse.

*Opgave 1* tilstræber at give Kendskab til Vands Bevægelse. Det er en praktisk Beregningsopgave, der omhandler enten Stuvning i et Vandløb, Afvandingsluse med varierende ydre Vandspejl, Tilførselsledninger ved et Vandforsyningsanlæg, Omløbskanaler ved en Kammersluse e. l.

*Opgave 2* bestaar oftest i Konstruktionen af det i Opgave 1 omhandlede Værk, undertiden dog kun til en mindre Del af Værket, f. Eks. kun Hovedet til en Kammersluse.

*Opgave 3* bestaar i Konstruktion af en Kajindfatning — enten Bolværk eller Kajmur. I Kajindfatningen indrettes enten et Slæbested, en Trappe e. l. Ved Bolværker forlanges Tegning af en Hjørneforbindelse.

*Opgave 4* bestaar enten i Konstruktion af et mindre Havnebygværk — Anlægsbro, Bedding, Fangedæmning med Anlægsplads — eller i en enkelt Del af et større Havnearbejde, f. Eks. en Havnemole med Hoved.

De Bygningsingeniører, der vælger Vandbygning som Hovedfag, udfører endvidere i 8. og 9. Halvaar et større Eksamensprojekt, der som Regel bestaar i et Havneanlæg, men undertiden ogsaa i en Kanalisation, et kulturteknisk Anlæg e. l.

PALLE BRUUN.



Fig. 47. Konstruktionsstue for Vej- og Vandbygningsfagene.

## Øvelser i Vejbygningsfagene.

Til Supplering af den teoretiske Undervisning i Vejbygning ved Forelæsninger og Eksaminatorier afholdes en Række praktiske Øvelser, der som Regel skal falde i 5., 6. og 8. Halvaar, henholdsvis med 5 Uger ( $16/11-21/12$ ), med 3 Uger ( $1/2-21/2$ ) og med 5 Uger ( $8/2-14/3$ ). Øvelserne ledes af den ansatte Professor i Vejbygning med Assistance af en Hjælpedocent.

I Kursus udføres en Række Øvelsesopgaver, en Liniebestemmelse, et Detailprojekt til en Jernbaneunderbygning samt et Skitseprojekt til en mindre Bro, hvilken sidste Opgave eventuelt kan ombyttes med Øvelsesopgaver i Mur- og Tømmerkonstruktion.

Samtlige Elever faar forskellige Opgaver med den ene Undtagelse, at de ved Liniebestemmelsen arbejder to og to sammen paa en fælles Opgave. Paa den anden Side arbejder de saa vidt muligt samtidigt paa ensartede Opgaver, blot med forskellige Tal for de forskellige Elever; Læreren kan da anvende Klasseundervisning ved den forberedende Gennemgang af Opgaverne, og Eleverne kan under Udarbejdelsen støtte hinanden ved gensidig Undervisning og derved supplere den Vejledning, som Læreren giver hver enkelt Elev, naar han støder paa Vanskeligheder. Ved det sædvanlige Elevantal, ca. 50 paa hvert Hold, kan den enkelte næppe gøre Regning paa mere end en daglig Samtale med Læreren eller Hjælperlæreren, hvorfor gensidig Undervisning mellem Eleverne faar stor Værdi.

Opgaverne stilles paa trykte Blanketter, der udfyldes forskelligt. I de efterfølgende Eksempler paa den normale Øvelsesrække er med *Kursiv* angivet de Tal og Data, som forandres i Opgaverne til de forskellige Elever.

### O p g a v e 1.

a) Tegning i 1 : 50 af Tværprofilet for en 7,5 m bred Vej med 5 m bred Kørebane. Dennes Befæstelse har en Middeltykkelse af 23 cm og udføres med 13 cm tykt Dæklag af *Granitkærver* og 10 cm tykt Fundament af *Paklag af Flint*.

Venstre Vejrabat udføres som 1,25 m bred *Materialbanket*. Højre Vejrabat udføres som 1,25 m bred *ophøjet Gangsti*.

Vejbanen afvandes til 0,6 m dybe *Grofter* maalt under laveste *Vejkant*.

Tegningen ledsages af Beskrivelse med Materialfortegnelse og Overslag over Udgiften til Befæstelsen af 1 km Vej samt en Jordberegningstabel uden Sidehældning for Udgravningsdybder og Paafyldningshøjder fra 0—1 m med 0,05 m Spring, idet Planum lægges gennem laveste *Vejkant*.

b) Tegning med Beskrivelse og Overslag til et 60 cm cirkulært Gennemløb af *Beton* med *Frontmure af Granit*. Terrænets Sidefald er 25 ‰ Maalt i Vejens Midtlinie ligger Gennemløbets Bund 1,75 m under Planum og 0,85 m under Terrænhøjden.

## O p g a v e 2.

a) Konstruktion og Beregning af Overbygningen for en Jernbane med 1,435 m Sporvidde, største Hjultryk  $P = 5,5$  Tons, største Kørehastighed  $V = 40$  km i Timen. Overbygningen skal bestaa af Vignolessskiner paa Tværsveller af Træ.

Skinners Paavirkning kan beregnes efter Formlen  $M = \frac{0,189 P l}{1 - \frac{0,189 P l v^2}{g E I}}$ , hvor

$P$  og  $E$  udtrykkes i kg,  $l$  (Svelleafstanden),  $g$  (Tyngdens Acceleration),  $v$  (Hastigheden pr. Sek.) og  $I$  (Skinnens Inertimoment) udtrykkes i cm, det bøjende Moment faas da i kg cm. Den tilladelige Paavirkning kan regnes ca. 1000 kg og ca. 1200 kg pr. cm<sup>2</sup>, henholdsvis for Skinne og Lasker. Den normale Skinnelængde er 10 m.

Konstruktionen af Tværnittet for Skinne og Lasker udføres i Maalestoksforhold 1:1. Desuden tegnes et Skinnestød i Maalestoksforhold 1:2 og en skematisk Plan af Svellefordelingen for en normal Skinnelængde i 1:50.

Paa Tegningen anføres Vægten af Skinner med Forbindelsesdele pr. Stk., pr. normal Skinnelængde og pr. km Spor.

b) Tegning i 1:50 af en til ovenstaaende Overbygning svarende enkeltsporet Jærnbanses Tværprofil med 4,5 m Planumbredde, med Beskrivelse og Overslag til 1 km Overbygning samt Jordberegningstabel uden Hensyn til Sidehældning for Afgravningsdybder og Paafyldningshøjder fra 0—2,5 m med 0,05 m Spring.

## O p g a v e 3.

En Gade A af 20 m Bredde med Stigning 5 ‰ skæres under en Vinkel paa 85° (maalt mellem Stigningsretningerne) af en Gade B af 16 m Bredde med Stigning 10 ‰.

Gaden A er profileret efter det *nyere* københavnske Profil. Dens Kørebane befæstes med *Brolægning paa Skærfundament*. Dens Fortov befæstes med 2 Rækker Betonfliser og alm. Brolægning.

Gaden B er profileret efter det *ældre* københavnske Profil. Dens Kørebane befæstes med *Brolægning paa Sandfundament*. Dens Fortov befæstes med 1 Række 35 cm brede Bordursten og alm. Brolægning.

Byggekarreernes Hjørner brydes under Halveringsvinklen til en Bredde af 2,5 m.

Der udføres en Plantegning af Gadekrydsningen i Maalestoksforhold 1:100 med Angivelse af alle Højdeforhold og Profiltegninger af begge Gader i Maalestoksforhold 1:50, samt Beskrivelse og Overslag over Gadebefæstelsen mellem Linier vinkelrette paa Gadelinierne og gaaende gennem de fjærnest fra hinanden liggende Hushjørner i hver Gade.

Til Fremstilling af Højdeforholdene i Plantegningen anvendes Horizontalkurver med Ækvidistancen 2 cm.

## O p g a v e 4. Liniebestemmelse.

En let bygget enkeltsporet Jærnbane med Sporvidde 1,435 m skal anlægges fra *Stenløse Station til Roskilde*.

Uden særlig Motivering maa ikke anvendes stærkere Stigning end 10 ‰ paa retliniet Bane og ikke paa fri Bane mindre Radius end 500 m. Til denne Bane udarbejdes Projekt for Strækningen *fra Stenløse til Gundsømagle*.

Baneliniens Bestemmelse udføres af begge d'Hrr. i Forening ved Hjælp af Generalstabskortet og eventuelt Rekognoscering i Marken, og forinden Detailprojektet udarbejdes, skal afleveres en Motivering af den valgte Linie, bilagt med de fornødne Kort og Profiler — derunder Længdeprofil i Maalestoksforhold 1:20000 for Længder og 1:500 for Højder samt Tværprofil i Maalestoksforhold 1:50.

Derefter udføres — af hver af d'Hrr. for sig — Detailprojekt til en nærmere opgivne Del af Banens Underbygning.

Sædvanlig vil en længere Banelinie blive fordelt mellem flere Elevpar i Strækninger paa 4—6 km Længde med opgivne Stationsbyer som Overgang, saaledes at Valget af Stationspladserne kan blive Genstand for Diskussion mellem de Hold, for hvem de er fælles. Alle forsøgte Linier skal indtegnes paa Kortet og deres Længdeprofil konstrueres, og Planumsindlægning og Jordberegning foretages for de bedste af dem, alt som Materiale til Valget af den heldigste. Sammenlignende Overslag udføres altid, og om fornødent foretages en kalkulatorisk Beregning af Kulforbruget. Da der ikke kan skaffes Befolkningsstatistik som Grundlag for en Indtægtsberegning, er det givet, at Terrænforholdene og Udgifterne bliver afgørende for Valget; men denne Ensidighed i Opgavernes Behandling fremhæves for Eleverne som en nødtvungen Afgivelse fra god Praksis. Sammenparringen af Elevhold til Opgave 4 foretages, forinden Opgave 2 stilles, saa at den der udførte Overbygning, Tværprofil og Jordberegningstabel kan anvendes ved Liniebestemmelsen.

## 5. Detailprojektet.

Detailprojektet til Jærnbaneunderbygningen udføres sædvanlig for 1 km fri Bane, valgt af Læreren forskelligt for hver Elev paa den ved Opgave 4 bestemte Linie. Projektet udføres paa Basis af en Forstørring af Generalstabskortet til Maalestoksforhold 1:2000 som Erstatning for en Planbogsmaaling og efter fingerede Koter passende med Kortets Horizontalkurver som Erstatning for et Linienivellement. En Kotetabel udfærdiges og attesteres af Læreren inden Projektets Udarbejdelse.

Hidtil er Længdeprofiltegnet i 1:2000 for Længden og 1:100 for Højder og Jordberegningen er udført grafisk, men det paatænkes at forandre Højdemaalestokken til 1:200 og at gaa over til Tabelberegning for at spare Tid. Et enkelt Rampeanlæg (eller Vejforlægning) skal udtegnes i 1:500 paa en Plan med 0,25 m Kurver.

## 6. Skitseprojekt til en mindre Bro.

Opgaven stilles skriftlig og forskellig til hver Elev og omfatter en mindre Vej- eller Jærnbanebro under givne Terrænforhold, men uden Opgivelse af Broens Konstruktionsform, der skal vælges og motiveres af Eleven. Overbygningen — eventuelt flere til Valg — behandles ret summarisk, og Hovedvægten lægges paa Konstruktionen af Piller og Fløjmur. Formen for Opgaven er oprindeligt valgt for at give Eleven Lejlighed til under Projekteringen at skulle sammenpasse de forskellige Dele af et Ingeniørarbejde til en Helhed.

Da det imidlertid kan ventes, at det nylig indførte, men endnu ikke prøvede, afsluttende Eksamenprojekt vil give Eleverne tilstrækkelig Lejlighed til Sammenstemning af Enkeltheder til en Helhed, og da den disponible Tid for Skitseprojektet er meget kort, vil dette sandsynligvis snart blive afløst af to Øvelsesopgaver, af hvilke den ene omfatter Konstruktionen af en Bropille med Fløjmur for en opgivne Overbygning og givne Terrænforhold, den anden en simpel Tømmerkonstruktion, enten en Interimsbro eller et Stillads.

Samtlige hidtil nævnte Opgaver er fælles for alle Bygningsingeniører og fremlægges og bedømmes ved Eksamen som anført i Eksamenprogrammet.

For de Bygningsingeniører, der vælger Vejbygning som Hovedfag, afsluttes Øvelserne med et større kombineret Eksamenprojekt, der skal udføres i en begrænset Tid

som angivet i Eksamensprogrammet. Emnet for dette Eksamensprojekt tages fra Vej-, Gade- eller Jærnbaneanlæg; ved Opgavens generelle Løsning forlanges Skitser af de vigtigste til Projektet hørende Bygningsværker, uanset om de strejfer ind paa andre Omraader af Ingeniørfagene. Den detaljerede Udarbejdelse af opgivne Enkeltheder ved Anlægget vil altid dreje sig om specielle Vejbygningssspørgsmaal.

Endnu skal kun tilføjes, at Undervisningen i den videst mulige Grad støtter sig paa det praktiske Liv. Da Vejbygningsfagene i saa stor Udstrækning beskæftiger sig med de mest dagligdags tekniske Fænomener fra »Gader og Stræder«, og Illustrationer af igangværende Arbejder saa godt som altid findes i en By som København, er det let gennem hele Undervisningen at henvise Eleverne til praktiske Eksempler, som de let kan faa at se. Den i Opgaven til Liniebestemmelse forlangte eventuelle Rekognoscering af Terrænet, inden Linien endelig fastslaas, tages som Regel til Følge af Eleverne og giver godt Udbytte, skønt Læreren ikke kan følge med, da Opgaverne ligger spredte over saa stort et Terræn, og Antallet af Elever er saa stort. Af og til samles hele Holdet til fælles Besøg f. Eks. paa de københavnske Baneterræner, og en Gang aarlig, sædvanlig i Juni Maaned, afholdes en større Ekskursion til fjernere Egne af Landet for det ældste Hold af Bygningsingeniører under Ledelse af Lærerne i Vand- og Vejbygning. Udflugten planlægges saavidt muligt saaledes, at Besøg kan aflægges ved Vand- og Vejbygningsarbejder under Udførelse, men Lejligheden benyttes selvfølgelig ogsaa til Besigtigelse af færdige Anlæg og Besøg paa industrielle Etablissementer af Interesse for Ingeniører.

Paa disse Ekskursioner, der sædvanlig varer 3—4 Dage, faar Eleverne fri Befordring, men maa selv betale Udgifterne til Kost og Logis.

ALFRED LÜTKEN.

## Undervisningen i Landmaaling og Nivellering.

Undervisningen i Landmaaling og Nivellering, som er bestemt for Bygningsingeniører, bestaar af Forelæsninger, Eksaminatorier og Øvelser, der afholdes i Studietidens 6. Halvaar, samt et afsluttende Eksaminatorium i Løbet af omtrent 6 Uger i et senere Halvaar. Kursuset har et saadant Omfang, at de studerende gennem Undervisningen erholder Kendskab til de Instrumenter og Metoder, som anvendes ved økonomisk-tekniske Opmaalinger og Nivellementer og gennem de praktiske Øvelser i Forbindelse med de praktiske Eksamensarbejder en saadan Færdighed i Brugen af Instrumenterne og Anvendelsen af Metoderne, at de paagældende, naar de træder ud i det praktiske Liv som Ingeniører, kan udføre de der forefaldende Opmaalinger og Nivellementer med behørig Nøjagtighed og med en nogenlunde passende Anvendelse af Tid.



Fig. 48. Samling af Landmaalingsinstrumenter.

Den teoretiske Undervisning omfatter: Fejllære, Instrumentlære, Opmaalingslære og Nivellements-lære. — Under *Fejllæren* gives en kort Fremstilling af Teorien for de mindste Kvadraters Metode og dennes Anvendelse paa Bestemmelsen af Fejlens Middelværdier og Grænseværdier samt paa de i den økonomisk-tekniske Landmaaling forekommende Fejludjævningsberegninger. I *Instrumentlæren* omhandles Landmaalingsinstrumenternes Bygning og Brug, Opsøgning og Rettelse af deres Fejl samt Bestemmelse af disses Indflydelse paa Maalingsresultatet. I *Opmaalingslæren* gives en Fremstilling af de forskellige Metoder, som anvendes ved Hovedpunkters og Detailpunkters Bestemmelse og ved Afsætning af Punkter og Linier i Marken, Udarbejdelse af Kort og Beregning og Afsætning af Arealer. I *Nivellements-læren* omhandles Nivelleringens Udførelse og den grafiske Fremstilling af Højdeforholdene i Linier og Flader. Til disse Afsnit slutter sig en kort Fremstilling af Fremgangsmaaden ved tachymetriske Maalings Udførelse.

Den praktiske Undervisning omfatter: a. *Beregnings- og Konstruktionsøvelser*, som holdes i Marts og April i Tilslutning til den teoretiske Undervisning. Ved disse Øvelser gives Vejledning i Udførelse og skematisk Opstilling af almindelige Opmaalings- og Nivellements-beregninger, herunder Fejludjævningsberegninger, samt i Reglerne for Maalebogsføringen og Konstruktion af Kort. b. *Øvelser i Marken i Opmaaling og Nivellering* samt Øvelser i de hertil hørende Beregninger og Konstruktioner. Disse Øvelser, som medtager omtrent 5 Uger (fra 24. Juni til 31. Juli), har stadig været holdte i Jægersborg Dyrehave, som paa Grund af det udstrakte og afvekslende Terræn (over 1000 Hektar), der her haves til Afbenyttelse, egner sig fortrinligt til Øvelsesplads. I en længere Aarrække har Lærestalten haft et Lokale i Hjortekærshuset (ca. 2 Kilometer Vest for Eremitagen) til Raadighed til Opbevaring af de ved Øvelserne brugte Instrumenter og til Udførelse af de til Øvelserne i Marken hørende Beregninger og Konstruktioner. Den daglige Arbejdstid ved Øvelserne er 7—8 Timer. Eleverne deles i Hold paa 10—12 Mand, og hvert af disse gennemgaar under en Assistents Ledelse de forskellige Øvelsesgrupper: Triangulation, Polygonmaaling, Linietriangulation, Nivellement af Linier og Flader, Distancemaaling og Tachymetri samt de dertil hørende Beregninger og Konstruktioner.

Umiddelbart efter Øvelsernes Afslutning udføres de praktiske Eksamensarbejder i Nivellement: 1) Udstikning, Maaling, Afpæling og Nivellement af en Linie af omtr. 2,000 Meters Længde og 2) Dobbelt-nivellement af en i Forvejen afpælet Linie af omtr. 600 Meters Længde, hvortil indrømmes henholdsvis 6 Dage og 5 Timer. — I Tiden fra

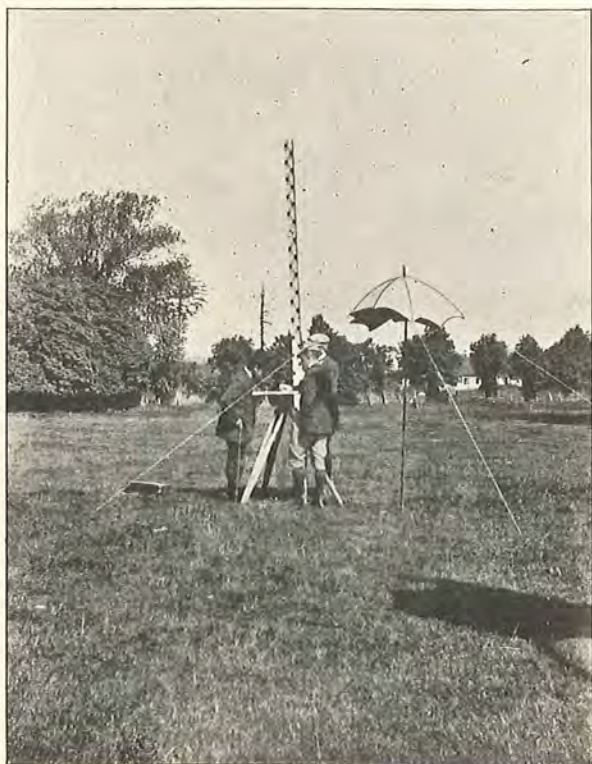


Fig. 49. Øvelser i Marken.

omkring 20. Aug. til 30. Septbr. udføres *Proven i Opmaaling af et Terræn paa omtr. 80 Hektar*, og i Oktober tegnes et Kort over det opmaalte Terræn samt en Skitse af det til Grund for Opmaalingen liggende Liniensystem, og der udarbejdes en samlet Fremstilling af de under Opmaalingen henhørende Beregninger.

*Samlingen af Landmaalingsinstrumenter*, der tjener til Støtte ved Undervisningen og til Brug ved Øvelserne og ved Udførelsen af de praktiske Eksamensarbejder, indeholder Repræsentanter for de ved økonomisk-tekniske Opmaalinger og Nivellementer almindeligst brugte Instrumentformer, af hvilke de vigtigste er følgende:

Instrumenter til Udstikning eller Maaling af rette Linier: Landmaalerstokke, Staalbaand, Kæder og Baandmaal; Distancemaalere af forskellig Konstruktion.

Instrumenter til Afsætning eller Maaling af Terrænvinkler: Vinkelspejle og Glasprismer; Friis-Jespersens og Berleme-Nix's Kurvespejle; Sekstanten og Vinkelromlen.

Horizontalvinkelmaalere: Repetitionsteodoliter og enkelte Teodoliter, Boussole, Maalebørde og Kikkertlinealer.

Instrumenter til Fremstilling af Kort og til Arealberegning: Passere og Transversalmaalstokke, Transportører og Pantografer. Polarplanimetre af Amsler, Jul. Petersen, Kloth og Coradi; Coradis Kuglerulleplanimeter og Prytzes Stangplanimeter.

Nivellerinstrumenter og Tachymetre: De forskellige Hovedformer af Nivellerinstrumenter; Haandniveauer, Nivellerstænger; Goldschmids Aneroidbarometer. Tachymetre med Højdekreds.

Desuden indeholder Samlingen en Del Logaritmetavler, polygonometriske Tavler, Tachymetertavler, Kvadrat- og Produkttavler, Kurvetabeller, topografiske og økonomiske Kort, nogle Haandbøger i Landmaaling m. m.

P. THYGESSEN.

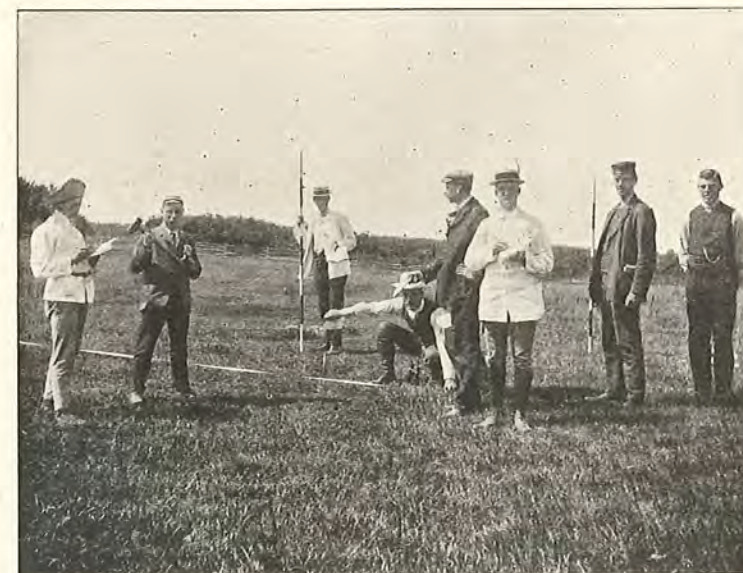


Fig. 50. Øvelser i Marken.



Fig. 51. Elektroteknisk Fløj mod Øster Farimagsgade.

## Det elektrotekniske Laboratorium.

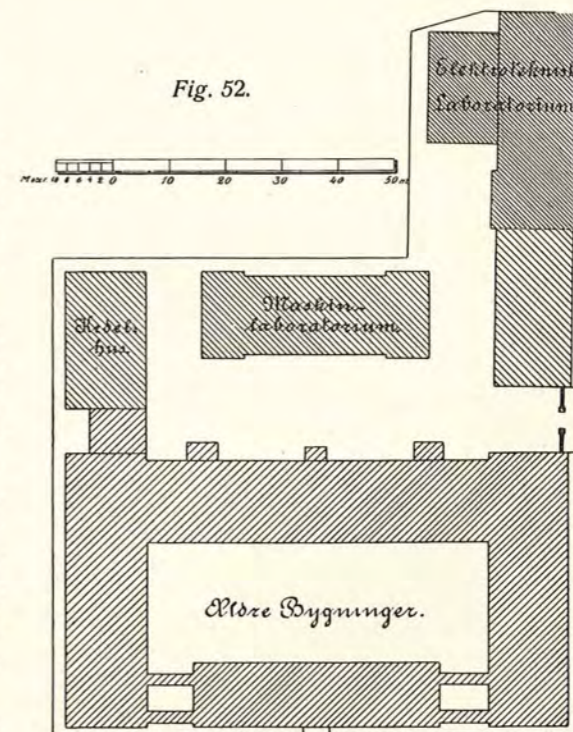
### Lokalerne.

Som det fremgaar af Fig. 52, er det elektrotekniske Laboratorium beliggende i den sydlige Del af den imod Farimagsgade vendende Bygning, som opførtes i Aarene 1904—1906. De enkelte Lokaler er nærmere vist paa Fig. 53, hvorefter ses, at det egentlige Laboratorium har Lokaler i Kælderetagen, Stueetagen og en op til den høje Bygning stødende 1-etages Maskinhal, hvis Gulvomtrent ligger i Højde med Jorden, medens der paa 1. Sal findes et for den elektrotekniske Undervisning bestemt Auditorium med tilstødende Samling og Lærerværelse og en Tegnesal, som delvis er forbeholdt de elektrotekniske studerende.

Undervisningen foregaar for største Delen dels i Maskinsalen og dels i to sammenhængende Værelser i Stueetagen, som ved en Trappe staar i direkte Forbindelse med Maskinsalen.

Desuden er der Lokaler til specielle Formaal, saaledes i Stueetagen et Værelse med Vinduer ud imod Maskinsalen, Højspændingslaboratoriet; endvidere er der i Stueetagen Assistentværelse, Lærerværelse og en for de studerende tilgængelig Bogsamling, i Kælderen et Fotometerum, et fotografisk Mørkekammer og Lokaler til specielle udenfor den planmæssige Undervisning liggende Arbejder.

Endvidere er der i Kælderen Akkumulatorrum, Værksted, Betjentværelse, Magasin og Toilet.





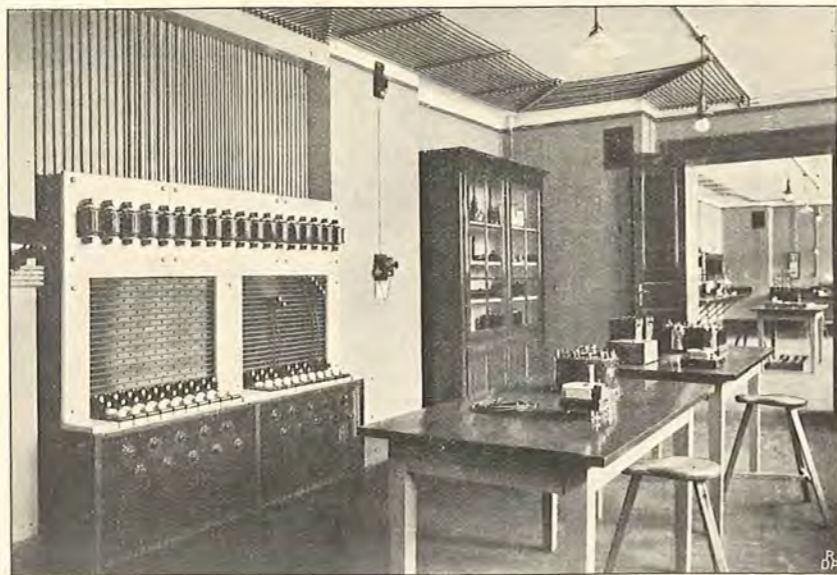


Fig. 54. Laboratorium i Kælderen med Universalfordelingstavle.

Instrumenter o. l., som kræver fast Opstilling (se Fig. 55). Til Opstilling af Instrumenter til Spejlaflæsning findes der indmuret enkelte Stenkonsoller. I de fleste Lokaler er der Vand og Vask, enkelte Steder Kogegas. I Lokalet for specielle Arbejder er der Stinkskab. Til Opbevaring af Instrumenter tjener 5 Skabe. I Øvelseslokalerne er der tillige Etagerer med Kasser til løse Kabler, Klemmeskruer, Værktøj o. l. Rekvizitter. I Kælderkorridoren er anbragt en Snes Tøjskabe til de studerendes Atbenyttelse.

#### Strømkilder.

Foruden den direkte Tilslutning til det kommunale Elektricitetsværks  $2 \times 220$  Volts Ledninger er der følgende fast installerede Strømkilder.

En Motorgenerator, bestaaende af en 440 Volts Motor direkte koblet til en 110 Volts 20 KW. Jævnstrømsdynamo. Motoren er en Dobbeltkommutatormaskine, der kan benyttes som Spændingsdeler i Tilfælde, hvor der udkræves stærkere Strøm af 220 Volts Spænding, end det er tilladt at aftage fra de kommunale Ledninger. (Leveret af Prof. Jürgensens E. A. S.).

En Motorgenerator, bestaaende af en 440 Volts Motor direkte koblet til en 20 KW. Drejestrømsgenerator. Motoren har Kommuteringspoler og kan ved Shuntregulering alene reguleres fra 450 til 900 O. p. M., hvorved den 8-polede Drejestrømsgenerator giver fra 30 til 60 Perioder pr. Sekund. Motoren er separat magnetiseret med 440 Volt, medens dens Anker kan skiftes over fra 440 til 220 eller 110 Volt, saa at Omdrejningsantallet yderligere kan varieres i Forholdet  $\frac{1}{2}$  eller  $\frac{1}{4}$ . Generatorens enkelte Faser er delt i to Halvdele, som enten kan forbindes parallelt eller i Serie. Endvidere kan de tre Faser kobles i Trekant eller Stjerne, saa at Maskinen ved normalt Periodetal giver 110 Volt, 190 Volt, 220 Volt eller 380 Volt ved normal Magnetisering, foruden at Magnetviklingen er saaledes dimensioneret, at Spændingen ved enhver af de ovennævnte Koblinger kan varieres indenfor vide Grænser ved Regulering med Haanden, medens ellers en automatisk Regulator holder Spændingen konstant. (Leveret af Siemens-Schuckert).

Laboratorielokalernes Udstyr fremgaar af Fig. 54 (Kælder) og Fig. 55 (Stue). Langs Vinduerne er der faste Borde, som giver Arbejdspladser med fortrinligt Lys. Paa en Del Vægpladser er der ligeledes faste Borde og over disse paa Væggen faste Trætavler til Befæstelse af Maalere, registrerende In-



Fig. 55. Laboratorium i Stueetagen.

Et Akkumulatorbatteri paa 60 Celler med en Kapacitet af  $180 \text{ Amp.} \times 3$  Timer. Batteriet har Dobbeltcelleskifter, det benævnes i det følgende 110 Volts Batteriet.

Et Akkumulatorbatteri paa 5 Celler med en Kapacitet af  $180 \text{ Amp.} \times 3$  Timer; benævnes 10 Volts Batteriet.

Et Akkumulatorbatteri paa

60 Celler med en Kapacitet af  $45 \text{ Amp.} \times 3$  Timer. Batteriet bestaar af to Halvdele, som kan benyttes enkeltvis eller under ét. Hver Halvdel kan omstilles til 10, 20, 30 og 60 Volt. Med 10 Volts Spænding kan Batteriet saaledes i alt afgive  $12 \times 45 = 540 \text{ Amp.} \times 3$  Timer. Dette Batteriet benævnes Omstillingsbatteriet.

Et Spændingsbatteri paa 256 Celler med en Kapacitet af  $0,6 \text{ Amp.} \times 3$  Timer. Batteriet kan omstilles til 125, 250 og 500 Volt. (Batterierne er fra Akkumulatorfabrikken i Hagen, resp. Varta, Berlin).

En Højspændingstransformator 10 K. V. A. 100,000 Volt (monteret i Auditoriet). (Brown, Boveri & Cie, Schweiz).

Desuden haves fra Maskinlaboriet Forbindelse med:

En 20 KW. Jævnstrømsdynamo, som kan benyttes til Ladning af Akkumulatorbatterierne, medens til Gengæld Maskinlaboriet i visse Tilfælde kan benytte Batteristrom fra det elektrotekniske Laboratorium,

samt en 100 KW. Drejestrømsgenerator (Aktieselskabet Titan), som er direkte koblet til en Dampmaskine.

#### Strømfordelingssystem.

Strømfordelingen er vist skematisk paa Fig. 56.

Der er i det væsentlige to Systemer af Ledninger, nemlig dels et System til den egentlige Strømforsyning (paa Figuren tegnet med optrukne Linier), dels et System til Etablering af indbyrdes Forbindelser mellem forskellige Punkter af Laboriet (paa Figuren tegnet punkteret).

#### Den egentlige Strømforsyning.

Det centrale Organ for det første System er Hovedstrømtavlen i Maskinsalen. Hertil fører Kabelforbindelserne fra det kommunale Net samt Ledninger fra 110 Volts og 10 Volts Batteriet og de to Omformergrupper, hvilke Strømkilder hver har sine Felter



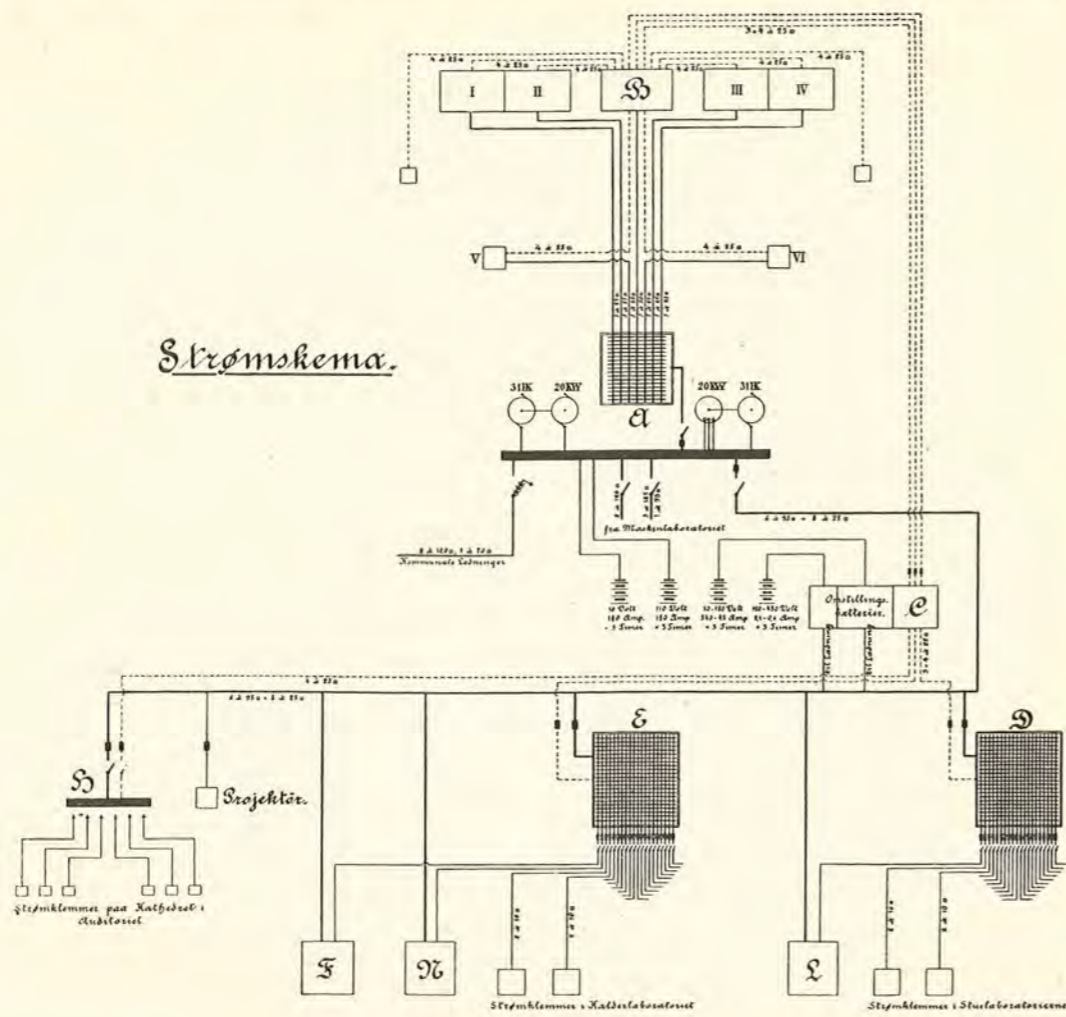


Fig. 56.

og Samleskinner. Endvidere fører hertil Kabelforbindelserne fra Maskinlaboratoriet, som kan sluttet henholdsvis til Jævnstrømsamleskinnerne eller Drejestrømsamleskinnerne.

Fra Hovedstrømtavlen er der tre Afgange, nemlig Afgang for Strøm til fast installerede Motorer til Drift af en Kran, en Elevator, en Ventilator i Batterirummet og Drejebænk og Boremaskine i Værkstedet (ikke tegnet paa Strømskemaet), endvidere Afgang for Strøm til en Universalfordelingstavle A for Maskinsalen, som i Skemaet er tegnet beliggende foran Hovedstrømtavlen, men i Virkeligheden er beliggende midt paa denne, samt afgaaende Hovedledninger til Forsyning af de øvrige Lokaler med Strøm.

Disse Hovedledninger, nemlig  $2 \times 95$  mm for 10 Volts Batteriet,  $2 \times 95$  mm for 110 Volts Batteriet,  $2 \times 95$  mm for 110 Volts Dynamo, samt  $4 \times 25$  mm for de  $2 \times 220$  Volts kommunale Ledninger og  $4 \times 25$  mm for Drejestrøm med Nulleder, hvilke 14 Ledninger paa Skemaet er viste som en enkelt stærkt optrukket Linie, føres samlede gennem Korridoren i Kælderen, paa hvilken Strækning der efterhaanden tages Stik fra alle Hovedledninger til en Universalfordelingstavle i Stueetagen D og en Universalfordelingstavle i Kælderetagen E samt fra nogle af Hovedledningerne ( $220$

Volt, 10 Volt og 110 Volt) til Tavler med Strømklemmer (L, N og F) i enkelte Lokaler. Derefter stiger samtlige Hovedledninger gennem Stueetagen til Auditoriet paa 1. Sal, hvor de ender i en Universalfordelingsindretning H, som er indbygget i Katedret.

Fra hver af Universalfordelingstavlerne D og E gaar der 20 Dobbeltledninger, hver Leder  $10$  mm, til de forskellige Arbejdspladser i Øvelseslokalerne i Stue og Kælder. De fleste ender i smaa Strømtavler med Klemmer, Knivafbryder og Rørsikringer, som let kan udveksles, og hvori der efter Behov kan indspændes tyndere eller tykkere Smeltetraad. Tavlerne sidder dels enkeltvis, dels to og to sammen. Enkelte af Ledningerne fører til Tavlerne L, N og F, der saaledes i Forhold til disse Ledninger er tertiære Strømtavler, medens de ellers er sekundære Strømtavler.

Fra Universalfordelingstavlen A i Maskinsalen fører en 2-Leder og en 3-Leder, hver Leder  $25$  mm, til hver af de fire ens Eksperimentertavler I, II, III og IV paa Salens Østside, samt en 2-Leder og en 3-Leder  $\text{à}$   $50$  mm til Fordelingstavle B (se nærmere nedenfor), samt en 2-Leder og en 3-Leder til hver af Punkterne V og VI, hvor der frit ude paa Gulvet er opstillet Søjler med Strømklemmer.

#### Hjælpeledninger til indbyrdes Forbindelser.

Som allerede nævnt er der endnu et System af Ledninger, ved Hjælp af hvilket enhver Arbejdsplads i Laboratoriet kan forbindes med en hvilken som helst anden.

For Maskinsalens Vedkommende udgaar samtlige disse Ledninger fra en Central-tavle B, nemlig 4 Ledninger til hver af Eksperimentertavlerne I, II, III, IV, V og VI samt 4 Ledninger til Salens nordlige og 4 Ledninger til dens sydlige Gavl, hvor der er Borde med Maaleplads, og hvor der kan etableres Forbindelse med Belastningsmodstande. Paa Tavle B har hver Ledning en Klemmeskrue, og Forbindelserne etableres ved løse Kabler.

For de øvrige Lokalers Vedkommende udgaar Hjælpeledningerne fra en Central-tavle C i Kælderen, nemlig 4 Ledninger til Universalfordelingstavle D i Stuen, 4 Ledninger til Universalfordelingstavle E i Kælderen og 4 Ledninger til Auditoriet.

De to Centraltavler B og C er endvidere forbundne indbyrdes med 12 Ledninger.

Ved Tavle C er der Tilslutning fra Omstillings- og Spændingsbatteriet, hvis særlige Lade- og Omstillingstavle er sammenbygget med Tavle C.

#### Enkeltheder af det elektriske Anlæg.

Paa Fig. 57 ses hovedsagelig de to Omformeringsgrupper og Hovedstrømtavlen i Maskinsalen. Yderst til venstre ses Afgangen for Hovedledningerne til Laboratorielokalerne, dernæst følger Felter for Drejestrømsomformergruppen. I Midten ses Universalfordelingstavle A. Til højre kommer dernæst Felter for Batterierne og Jævnstrømsomformergruppen og yderst til højre Tilgangen for de kommunale Ledninger med automatiske Afbrydere i Yderlederne.

De tre Universalfordelingstavler er i Princippet alle ens, idet de bestaar af et større Antal vandrette Skinner, som staar i Forbindelse med de forskellige Strømkilder. I Tilgangen er der altid Sikringer, i Maskinsalen tillige Afbrydere.

De fra en Universal-tavle afgaaende Ledninger ende i en Kontakt med Haandtag, Ledningerne er meget bøjelige og hænger, naar de ikke benyttes, i en fri Bøjning hver ned i sit smalle Rum i en pultformig Underbygning under Tavlen. Under Benyttelsen trækkes Kablet op af sin Celle, og Kontakten sluttet til den Skinne, hvorfra Forbindelse

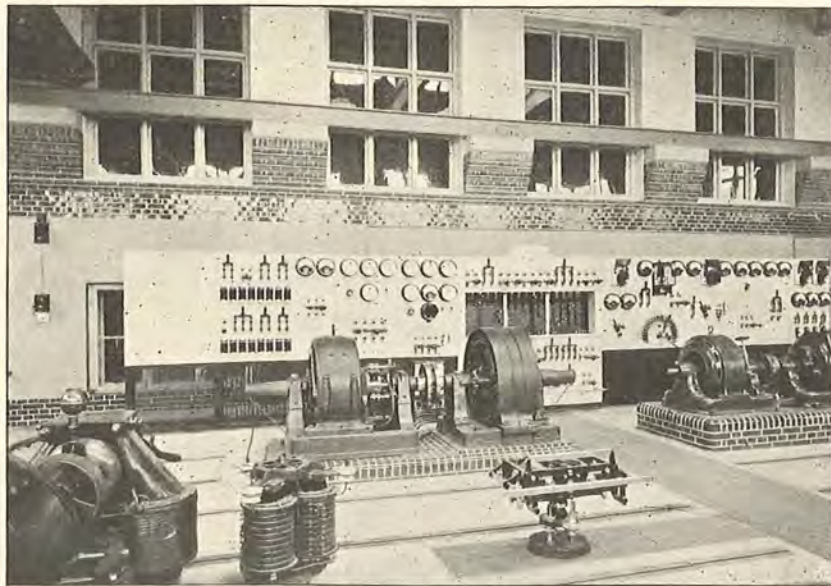


Fig. 57. Maskinsal med Omformergrupper og Hovedstrømtavle.

en Fejltagelse at danne Kortslutning, da en afgaaende Ledning ikke samtidigt kan komme i Berøring med mere end en Skinne.

Universalfordelingstavlen i Maskinsalen ses paa Fig. 57. De vandrette Skinner er ganske flade Kobberskinner, der afveksler med Stabilitetskinner og sammenholdes til et Hele af lodrette Bolte med Mikanitisation. Kontakterne bestaar af to mod hinanden vendende Kobberfjedre, som fra Kanten skydes ind paa Skinnerne. Skinne og Kontakt danner saaledes en Art Knivafbryder med den Forskel, at det her er Kniven (Skinne), som er fast.

Denne Konstruktion har i enhver Henseende ved Brugen vist sig at være fortrinlig. Skinnesystemet fylder kun lidt i Højden, saa at der har været Plads til at anbringe Knivafbrydere saavel for Tilgangen til Skinnerne foroven, som for de afgaaende Ledninger for neden. Samtlige til- og afgaaende Ledninger har Sikring bag Tavlen.

Tavlerne D og E har Messingskinner med en Række Huller. Kontakterne er opspidsede Propper. For de tilgaaende Ledninger er der Sikringer (for de kommunale Ledninger tillige Afbrydere anbragte udenfor Tavlen), for de afgaaende Ledninger (10 □ mm) er der Sikringer og en særlig robust Form af Daaseafbrydere indbyggede i Pulten. Tavle E ses paa Fig. 54.

I Auditoriet er der af Pladshensyn truffet et simplere Arrangement.

**Ledningsføringen.** I Maskinsalen er det store Antal Ledninger, som forbinder Øst- og Vestsiden førte i en Kanal tværs over Salen; ogsaa Hjelpeledningerne, som forbinder Tavle B og C, ligger i samme Kanal. Ledningerne er førte paa Porcelænsruller, fæstede paa lodrette Jærns Skinner.

I Kælderkorridoren er Hovedledninger og Hjelpeledninger førte samlede paa Porcelænsruller paa en solid Jærnkonstruktion under Loftet med Plads til senere Udvidelse.

I Laboratorielokalerne er Ledningerne førte paa Porcelænsruller under Loftet (se Fig. 54).

gennem den vedkommende Ledning ønskes.

Hver Kontakt er mærket med et Nummer etc., der genfindes paa den Tavle med Strømklemmer, hvortil Ledningen fører.

Fordelen ved dette Arrangement fremfor den ellers almindelige Anordning med krydsende Skinner er navnlig den, at det praktisk talt er umuligt ved

### Maskinsalens Indretning.

Maskinsalens Indretning i det hele fremgaar af Fig. 57 og 58. Salen er ca. 18 Meter lang, 12 Meter bred, Højde 6 Meter til Underkanten af Dragerne, som bærer det flade Tag. Over Midten af Salen er der en Overbygning med Ovenlys. Vinduerne sidder saa højt, at Vægpladsen overalt er disponibel til Strømtavle m. v. Midt i den nordligste Gavl er der Indkørselsport. Set fra denne er der ud ad Salens Midte et frit Bælte, hvor der i Gulvet er nedlagt Skinner to og to med en Rille imellem (I Profil Nr. 12) med en Afstand af omtrent 90 cm fra Rille til Rille, saaledes at man overalt kan fastspænde Maskiner. Til højre for dette Midterparti er opstillet de to 20 KW. Omformergrupper og bag ved disse langs den vestlige Længdevæg, som vender ind imod Akkumulatorrummet, Hovedstrømtavlen. Tilvenstre for Midterpartiet er der paa to lave Fundamenter opbragt to lange Støbejernplaner, den ene 1,1 Meter bred og 7 Meter lang, den anden 1,3 Meter bred og 6<sup>3</sup>/<sub>4</sub> Meter lang, til Opspænding af Øvelsesmaskiner. Hver af Planerne er beregnet til to Øvelsespladser. Bag Jærnplanerne ligger der en ca. 1<sup>3</sup>/<sub>4</sub> Meter bred fri Passage og bag ved denne op imod Salens østlige Væg en fortløbende Marmorstrømtavle, der omfatter de førnævnte Eksperimentertavler, I og II udfor den ene Opspændingsplan, III og IV udfor den anden Opspændingsplan, og i Midten over Ledningskanalen Tavle B.

Eksperimentertavlernes Indretning er vist paa Fig. 59 og 60. Til venstre er der Sikringer, Afbrydere og Klemmer for den fra Universaltavle A kommende 2-Leder, til højre Sikringer, Afbrydere og Klemmer for den fra Universaltavle A kommende 3-Leder og i Midten Sikringer og Klemmer for de fra Omstillingstavle B kommende 4 Ledninger. Desuden er der 9 Klemmer for Ledninger, som fra Eksperimentertavlen ad en Kanal fører over til en Række Klemmer paa Fundamentet for den overfor Tavlen liggende Opspændingsplan. I øvrigt er der paa enhver af Tavlerne Indretninger til bekvem Befæstelse af indtil 18 Stkr. Instrumenter, Afbrydere, Skiftere eller lignende og en Del blinde Ledninger med Klemmer, som letter den overskuelige Anbringelse af Instrumenter. Paa Gulvet under Tavlen er der Plads til transportable Reguleringsmodstande o. l. Tavlerne benyttes saaledes, at samtlige de til et Forsøg nødvendige Instrumenter og Apparater ordnes som nævnt paa eller under Tavlen. De nødvendige indbyrdes Forbindelser udføres med løse Kabler. Ved rigtig Benyttelse af Tavlerne kan paa denne Maade et Utal af forskellige Forsøgsopstillinger hurtigt og overskueligt arrangeres. Alle Klemmer paa Tavlerne ligesom ogsaa alle Klemmer paa de transportable Instrumenter og Afbrydere samt Klemmerne paa Fundamenterne er nøjagtig ens og betjenes med en og samme Topnøgle. Til Forbindelser haves en Forsyning af bøjelige Kabler i forskellige normale Længder med opskaarne Kabelsko. Til Voltmeterforbindelser haves farvede tyndere Kabler.

Til Bremseforsøg er der to større Vandhaner og to Afløb.

Til Belastning af Dynamoer er der paa Salens søndre Gavl anbragt en Belastningsmodstand af en særlig Konstruktion. Selve Modstandene er vævede af Modstandstraad og Asbest. Der er 3 Afdelinger, hver bestaaende af 20 Enkeltmodstande til Parallelkobling. De tre Afdelinger kan forbindes indbyrdes i Trekant eller Stjerne for Drejestrøm og i Serie eller parallelt for Jævnstrøm. Indkobling af flere eller færre Enkeltmodstande sker ved 20 Stkr. 3-polede Afbrydere, hvis tre Kontakter betjener en Enkeltmodstand i hver af de 3 Afdelinger, saaledes at det mekanisk er sikret, at alle tre Afdelinger til enhver Tid har samme Modstand. Modstanden taaler 20 KW. varig Belastning. Den ses i Baggrunden paa Fig. 58.

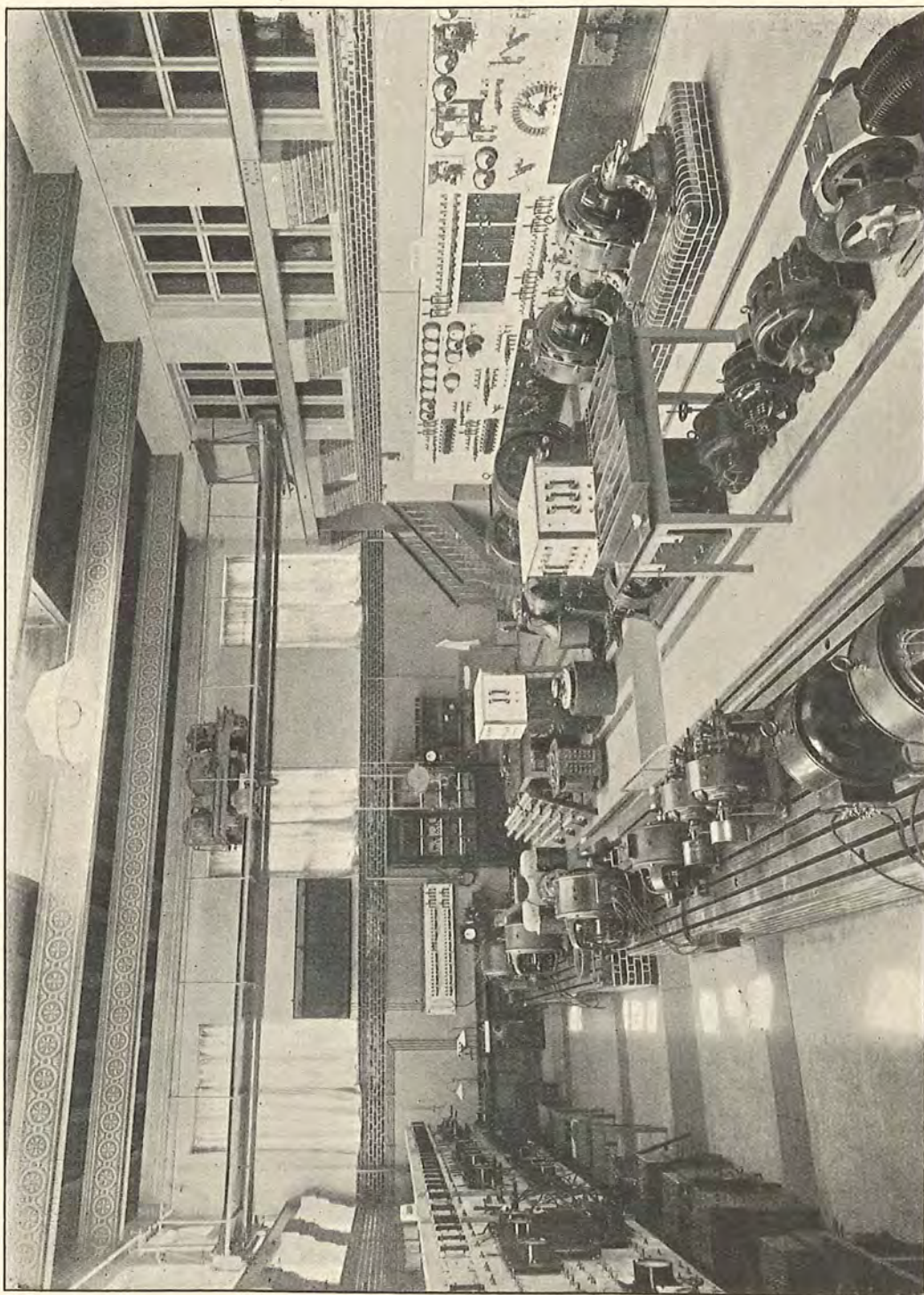


Fig. 58. Elektroteknisk Maskinsal.

Til Omflytning af Forsøgsmaskinerne er Salen forsynet med en 3-Motors elektrisk Løbekran, som kan bestryge hele Salen. Den er beregnet paa en maksimal Byrde af 3000 kg, og alle tre Bevægelser styres fra Gulvet gennem  $3 \times 2$  Tove, som følge med Løbevognen.

Til Transport af svære Genstande fra Maskinsalen til Auditoriet er der installeret en Elevator med en Maksimallast af 1 Ton foruden Fører. En Transportvogn er indrettet til at køre med op og ned.

I Værkstedet er der Drejebænk og Boremaskine med elektrisk Drivkraft. Motoren er anbragt i Magasinet ved Siden af Værkstedet. Transmissionerne er til Dels skjulte i Trækasser under Filebænkene. Befæstelse af Aksellejer i Loft og Bjælker er undgået af Hensyn til Rystelser.

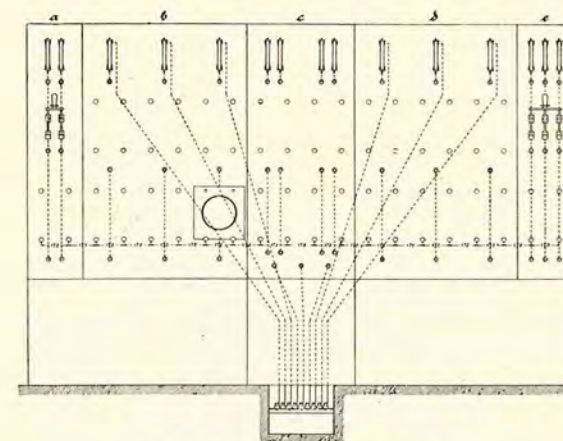


Fig. 59. Eksperimentertavle.

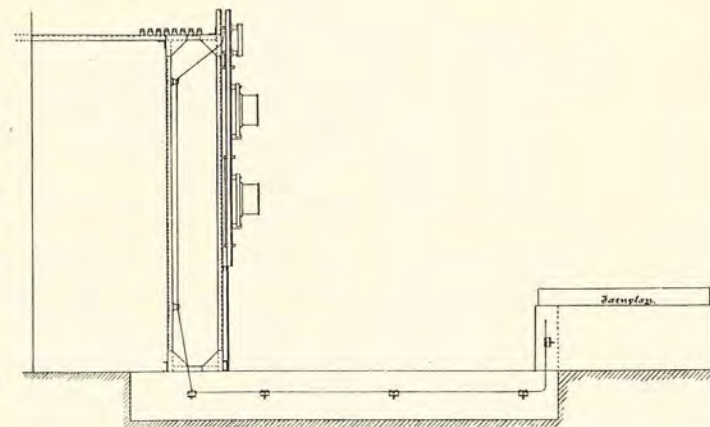


Fig. 60. Eksperimentertavle.

Telefon anlæg. Til bekvem Kommunikation mellem de forskellige Lokaler og Etager er der installeret et Hustelefonanlæg, bestaaende af 9 Telefonapparater og nogle Ekstraklokker, som alle er parallelforbundne og drives med Centralbatteri. Man kalder forskellige Personer ved bestemte Ringesignaler, som er opslaaede ved ethvert Apparat. Alle Klokker ringer da samtidigt, saa at den vedkommende, som ringes op, kan høre Signalet, hvor han end befinder sig i Laboratoriets Lokaler. Han gaar da til nærmeste Telefonapparat. Denne Ordning har vist sig overordentlig praktisk for Laboratoriet, hvor de forskellige Personer snart er i et snart i et andet Værelse. Ledningerne er Blykabler, og alle Forgreninger udførte i Forgreningskasser.

#### Materiel.

Foruden de alt nævnte fast monterede Maskiner, Strømtavler m. v. er Laboratoriet forsynet med en stor Del løse Maskiner, Transformatorer, Regulermodstande, Maaleapparater o. s. v. til Brug ved Øvelserne. Maskinerne er af Størrelse fra 3 til 10 KW. Af Jævnstrømsmaskiner er der Shuntmotorer, Shunt- og Kompounddynamoer og Seriemotorer med tilhørende Kontroller til Eftergørelse af Forholdene ved Sporvejsdrift.

Af Vekselstrømsmaskiner er der 3-Fasegeneratorer (Synchronmotorer), en Drejestrøm-Jævnstrømsomformer, asynchrone 3-Fasemotorer, en 1-Fase Kommutatormotor (Seriemotor). Af Transformatorer 3 Stkr. 12 KW 1-Fase Transformatorer med Primærsiden i 4 Afdelinger, Secundærsiden i 12 Afdelinger til Omkobling paa forskellige Spændinger og Strømstyrker (ved Parallelkobling af alle 3 Transformatorer indtil 3600 Amp.), forskellige mindre Transformatorer, endvidere en 20 KW 1-Fasetransformator med Omstilling paa forskellige Spændinger indtil 30,000 Volt. Forskellige af Maskinerne er udstyrede med specielle Forsøgsindretninger, saasom Jouberts kive til punktvis Optagelse af Vekselstrømskurver, Kontaktindretning til Optagelse af Kostspændingens Fordeling ved Jævnstrømsmaskiner, paa en enkelt Maskine er der anbragt Indretning til direkte Optagelse af Kommuteringsstrømskurver og Feltkurver med Oscillograf. Den asynchrone 3-Fasemotor kan tillige benyttes som Fasetransformator til Frembringelse af en vilkaarlig Fasetforskydning.

Til Belastning af Motorer haves forskellige Bremsere, deriblandt en Hvirvelstrømsbremse til Præcisionsbestemmelse af Motorers afgivne Effekt for indtil 12 HK og en selvregulerende mekanisk Bremse for indtil 30 HK.

Endvidere Tachometre, Omdrejningstællere, Slipmaaler, Frekvensmaaler, foruden de almindelige elektriske Maaleinstrumenter: Amperemetre, Voltmetre og Wattmetre med tilhørende Shunter, Forlagsmodstande og Strøm- og Spændingstransformatorer til Maaling af alle Strømme, Spændinger og Effekter, som Strømkilderne kan præstere.

Af transportable Reguleringsmodstande haves et større Antal. De større kan i Reglen konsumere 2—5 Kilowatt.

Til Fotometri af Gløde- og Buelamper haves en Fotometerbænk med Lummer-Brodhuns Fotometer, til Bestemmelse af Belysning i Lokaler et Webers Fotometer.

Endvidere bør omtales en komplet Dobbeltoscillograf til Fotografering af Vekselstrømskurver, forskellige Apparater til Bestemmelse af Jærnprovers magnetiske Egenskaber, Normalapparater til Præcisionsmaaling af Strøm, Spænding og Modstand, Apparater til Isolationsmaaling, Røntgenapparater, en Højfrekvensmaskine til 3,500 Perioder pr. Sek. med tilhørende Maaleapparater til Bestemmelse af Induktionskonstanter, Apparater til traadløs Telegrafi og Bølgemaalere til Afstemning og Udmaaling af de forskellige Svingningskredses Vekseltal m. m.

ABSALON LARSEN.

## Den elektrotekniske Samling og Auditorium.

Til Støtte for Undervisningen i elektrotekniske Konstruktioner samt for Forelæsningerne over Projektering af elektriske Baner og Centralstationer findes i det elektrotekniske Auditoriums umiddelbare Nærhed en Samling af Modeller af elektriske Maskindele samt af elektriske Apparater og Installationsartikler. Samlingen benyttes dels under selve Forelæsningerne til Fremvisning og Forklaring af saadanne Maskindele og Apparater, som vanskeligt lader sig forklare ved Hjælp af Tegninger alene, og dels idet enkelte Dele udlaanes til de studerende paa Tegnestuen, for derigennem at give dem Lejlighed til nøje at studere de forskellige Konstruktioner; endvidere forefindes en Del Apparater, hvis Virkemaade demonstreres under Forelæsningerne. Samlingen indeholder tillige en Række Planer, som dels giver en skematisk Fremstilling af forskellige Viklingsmetoder og dels er virkelige Konstruktionstegninger, som af

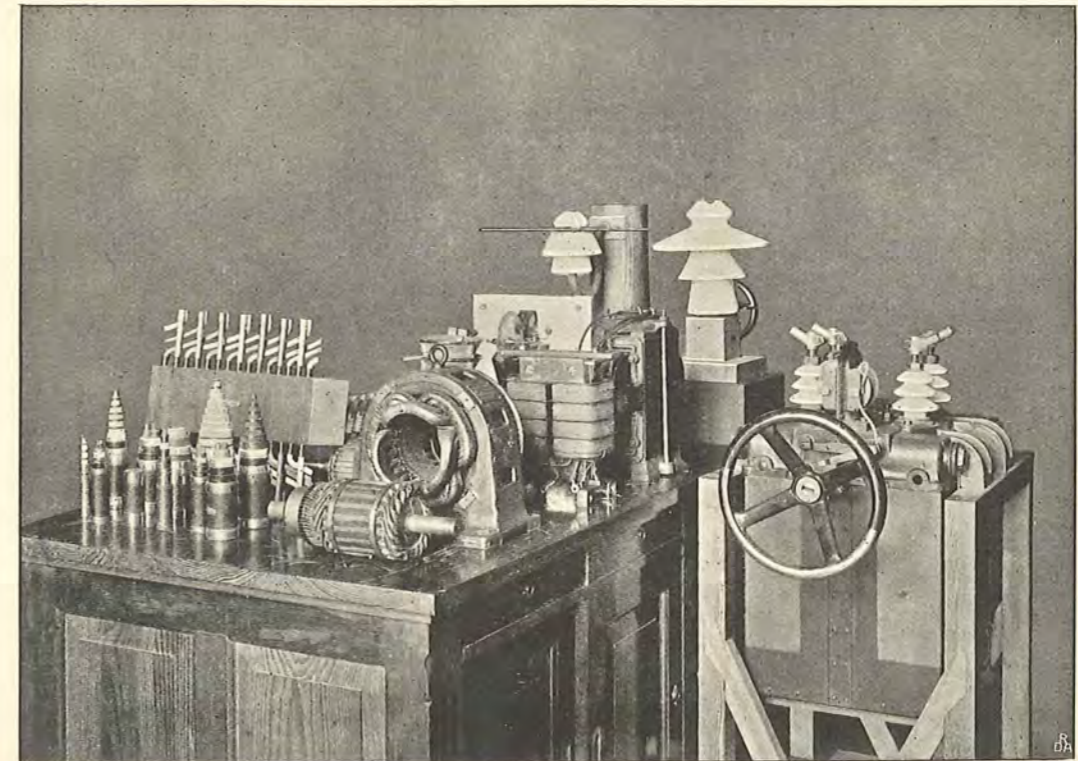


Fig. 61. Forskellige Modeller i den elektrotekniske Samling.

forskellige indenlandske og udenlandske elektrotekniske Konstruktionsfirmaer velvilligt er overladt Lærestalten.

Særligt skal af Samlingen fremhæves en Række Modeller af Anker- og Magnetviklinger samt Ankerspøler og Skabeloner, som viser de forskellige Udviklingsstadier under Fabrikationen; disse Genstande er saa godt som uundværlige ved Undervisningen, idet det næppe paa anden Maade er muligt end ved Fremvisning og Forklaring af disse Modeller at give de studerende et indgaaende Begreb om denne Elektroteknikkens allervigtigste Del; foruden disse Modeller, som for største Delen er udførte af Træ, forefindes en fuldstændig asynchron Motor med Kortslutningsanker samt to mindre enfasede Transformatorer af forskellig Type.

En meget righoldig Samling af Isolationsmaterialer tjener i høj Grad til at lette Behandlingen af disse Materialers Teknologi, og de studerende gives der Lejlighed til at lære selve Materialerne saavel som deres Behandling og Anvendelse at kende. Yderligere skal nævnes en Samling Kabelprøver, dertil hørende Forbindelsesmuffer, Luftledningsmateriel saavel til almindelige Kraftoverføringsledninger for Høj- og Lavspænding som til Kontaktledninger for elektriske Baner, endvidere diverse Børster, Børsteholdere og Kommutatorer til elektriske Maskiner samt forskellige Apparater, hvoraf særlig en Højspændings-Olieafbryder til 8,000 Volt og 200 Amp. skal nævnes. Paa Fig. 61 ses et Bord i den elektrotekniske Samling med Opstilling af forskellige Modeller og Prøver.

I det *elektrotekniske Auditorium*, som direkte støder op til Samlingen, findes opstillet en Højspændingstransformator paa 10 Kw., som maksimalt kan afgive en Spænding paa 100,000 Volt. Transformatoren modtager sin primære Strøm fra en af

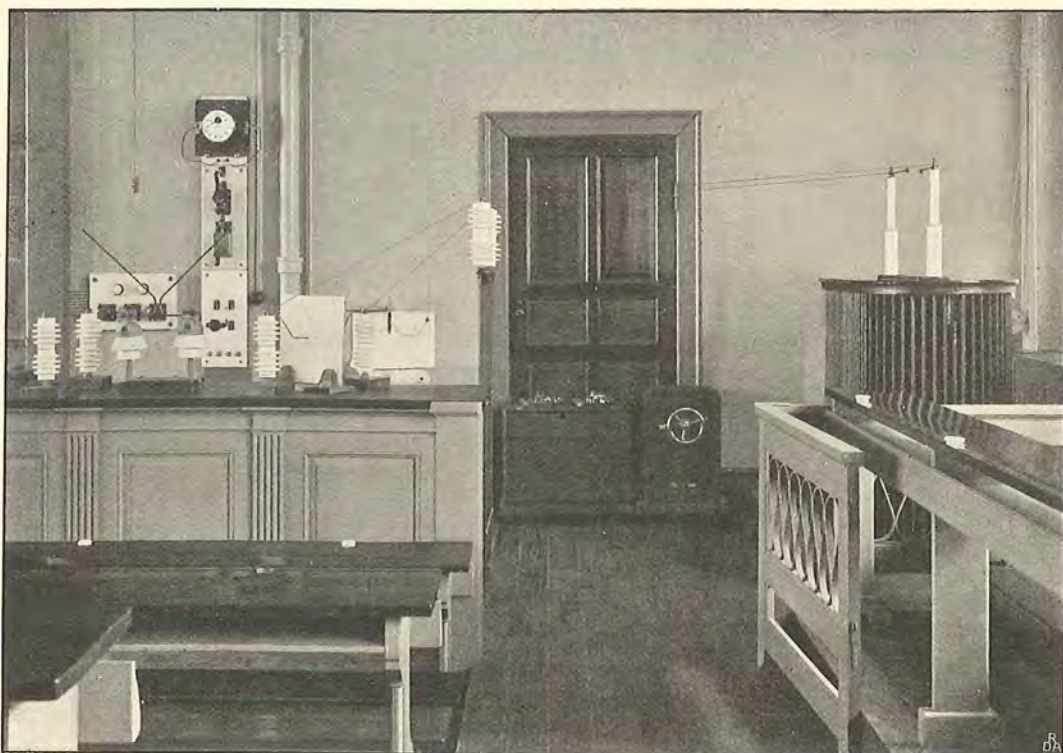


Fig. 62. Transformator til 100,000 Volt i det elektrotekniske Auditorium.

Vekselstrømsmaskinerne i det elektrotekniske Laboratorium og anvendes udelukkende til Forsøg og Demonstrationer af Læreren selv under Forelæsningerne, idet det paa Grund af den store Livsfare ikke er tilladt de studerende selv at udføre Forsøgene. Transformatoren er afspærret ved et Gitter fra selve Auditoriet og er ved Ledninger forbundet med et særligt transportabelt Stativ, som kan befæstes til det lange Kateder. Ved Hjælp af denne Transformator er det muligt at fremføre alle de forskellige Prøver, som i en elektroteknisk Fabrik foretages med Hensyn til Højspændingsapparaters og Isolationsmaterialers Isolationstilstand, ligesom der kan demonstreres en stor Del af de af den højspændte Strøm frembragte Virkninger. Til dette Øjemed forefindes i den elektrotekniske Samling de fleste af de forskellige Typer paa Lynsikringer, som kan vises i Virksomhed, samt en større Mængde Højspændingsisolatorer, ved Hjælp af hvilke der kan foretages Prøver saavel for Gennemslag som for Overfladeledning; ved Hjælp af særlige Opstillinger kan der ligeledes vises Regnens Indflydelse paa Isolationen af Højspændingsledninger, ligesom det er muligt at demonstrere, hvorledes der fra en Højspændingsledning kan induceres farlige Spændinger i en Telefon- eller Telegrafledning. Fig. 62 viser Transformatoren med dertil hørende Forsøgsopstilling.

Paa selve Katedret er anbragt en Støbejernsplan til Opstilling af elektriske Maskiner, saaledes at disses forskellige Egenskaber kan demonstreres under Forelæsningerne; til samme Øjemed er der fra det elektrotekniske Laboratorium ført et System af Ledninger op til Katedret, saaledes at de forskellige Strømme kan være til Disposition. Maaleinstrumenterne er anbragte paa en Marmortavle paa Væggen bag Katedret paa en saadan Maade, at de kan ses fra hele Auditoriet.

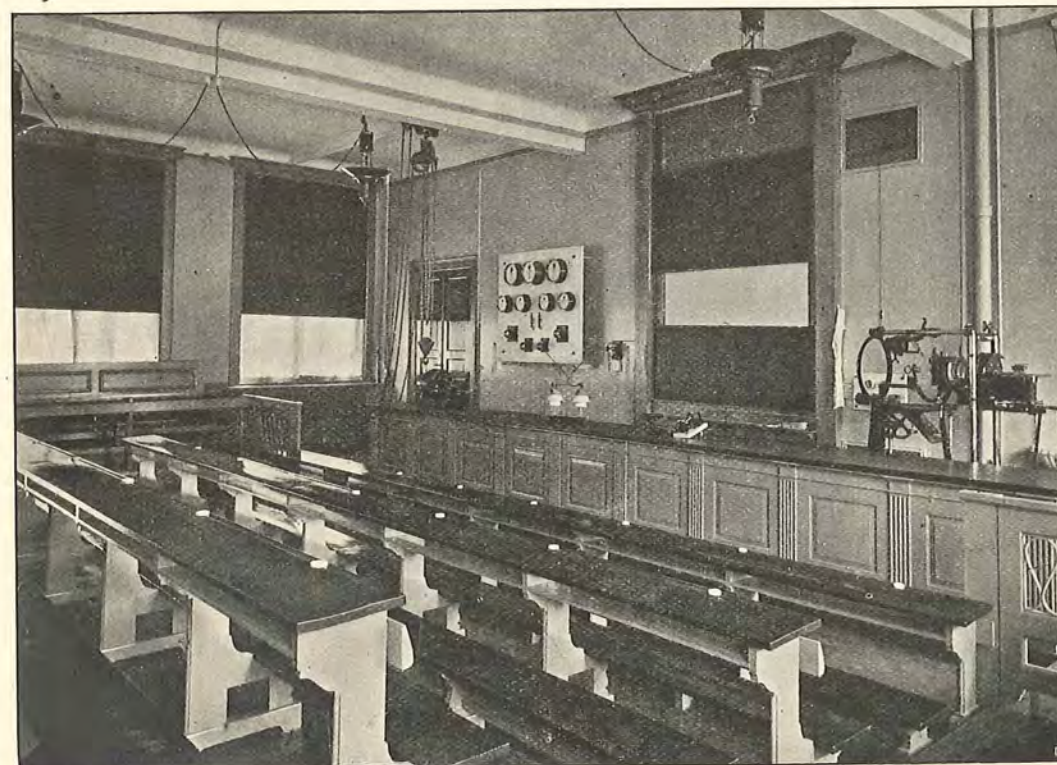


Fig. 63. Det elektrotekniske Auditorium.

I Auditoriet findes tillige et Projektionsapparat, som baade kan anvendes til Diapositiver og til epidiaskopisk Projektion. Apparatet er almindeligvis opstillet i det bag Auditoriet værende Rum af den elektrotekniske Samling, og Projektionen foregaar da paa en gennemsigtig Skærm, som er udspændt i et firkantet Hul i Væggen bag Tavlen; Skærmen gøres synlig ved, at Tavlen skydes til Vejrs. Auditoriet kan om Dagen formørkes ved to Sæt lystætte Gardiner, som hver for sig bevæges ved en oven over Vinduet anbragt gennemgaaende Aksel.

Fig. 63 viser et Billede af Auditoriet.

W. RUNG.

## Materiallaboratoriet og Undervisningen i Materiallære.

Naar Bygnings-, Maskin- og Elektroingeniørerne har taget I. Del af Eksamen gennemgaar de i det følgende Efteraarssemester et Kursus i Materiallære. Hensigten med dette er at gøre de studerende bekendt med de Byggestoffer, som hyppigst bruges i Ingeniørteknikken, og med disses vigtigste Egenskaber, samt lære dem, hvorledes man skelner mellem gode og daarlige Materialer og overhovedet, hvorledes man undersøger de Egenskaber, der har teknisk Betydning.

Ved Forelæsningerne faar Tilhørerne saa vidt muligt Lejlighed til at se de Materialer, der omtales, idet der cirkulerer Genstande dels fra Lærestansaltens Materialsamling og dels fra den teknologiske Samling. Der vises saaledes Prøver af de forskellige Teglvare, naturlige Bygningssten, Kunststen, Mørtelstoffer, Træsarter, Metaller, Legeringer o. s. v. Blandt Genstandene findes ikke blot Prøver paa de i Henseende til Kvalitet eller Form gængse Handelsvarer, men ogsaa saadanne, som er behæftede med Fejl eller har været udsat for Paavirkninger af særlig Natur. Nogle Afbildninger af Genstande fra Samlingen findes hosstaaende.

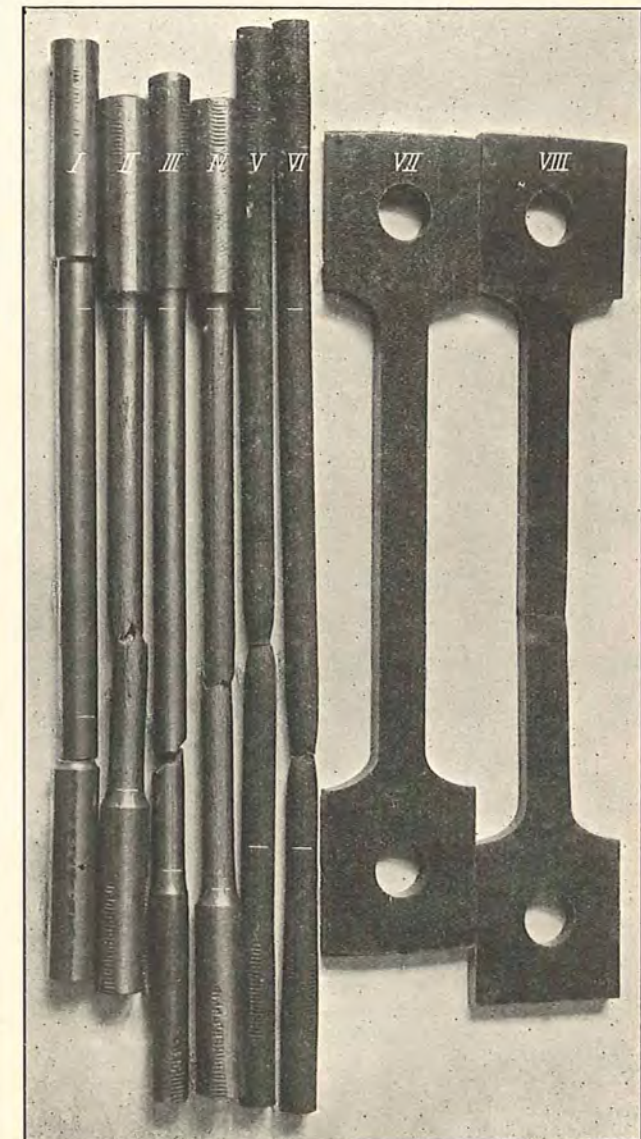


Fig. 64. Strækprøver.

Fig. 64 viser nogle overtrukne Stænger af Støbejern (I), Deltametal (II), Muntz-metal (III), Fosforbronce (IV), blødt Staal (V) og Svejseljærn (VI); før Forsøget havde de alle samme Diameter (20 mm), og Afstanden mellem de hvide Streger var

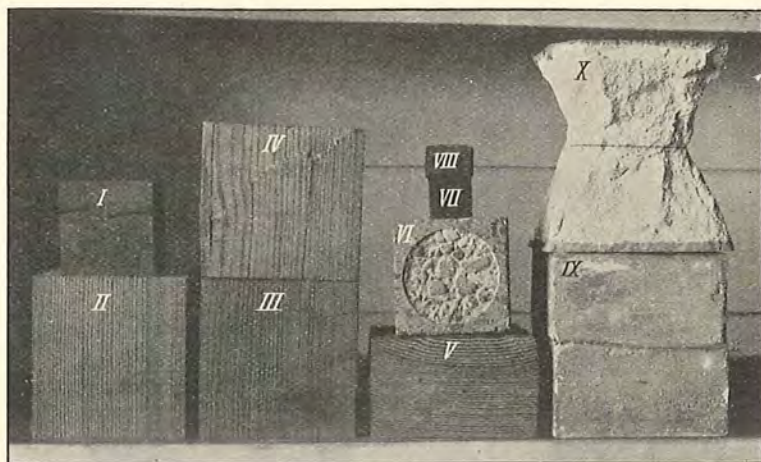


Fig. 65.

for dem alle 200 mm; man ser, hvor stærkt de fleste af dem har forlænget sig, inden de gik over. De to flade Stænger (VII og VIII), der er udtagne af en Svejseljærns Kedelplade, viser endnu tydeligere Forlængelsen, idet kun den ene af de to oprindelig ens Stænger er trukket over.

Fig. 65 viser forskellige Trykprøvelegemer. I er en Tærning af Karritræ, underkastet en Trykprøve parallelt med Fibrene; Bruddet viser sig ved en Foldning af disse. II—V er Legemer af Pitch-pine, der alle har været lige store Tærninger II er upaavirket, III og IV har faaet samme Paavirkning som I, medens V er bleven trykket meget stærkt sammen vinkelret paa Fibrene uden at brydes. VII og VIII er

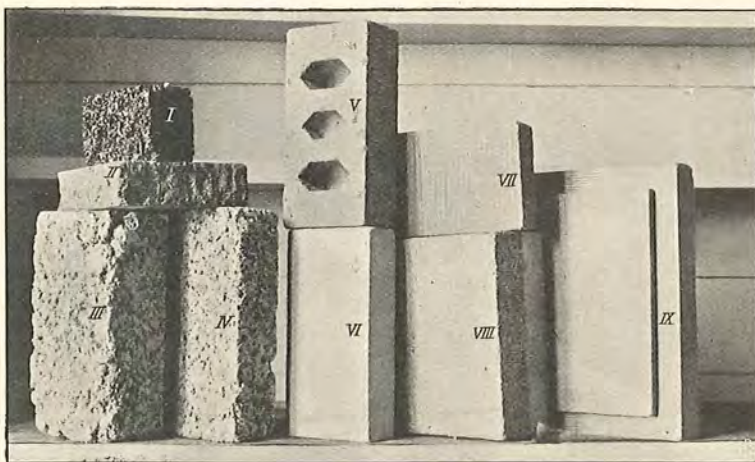


Fig. 166. Kunststen.

Støbejernstærninger før og efter et Trykforsøg; IX er en Tærning, dannet af to sammenmurede, halve Kalksandsten, X en lignende Tærning efter Trykprøven. Endelig viser VI et Stykke af en Betonflise, hvis Slidfasthed er prøvet ved Sandblæst.

Fig. 66 viser Prøver af forskellige Kunststen, nemlig Korksten (I), Sten af sømfast Cementmørtel (II), rinsk Svømmesten (III), Meurers sømbare Idealsten (IV), Cementmursten (V), Kalksandsten (VI), kunstig Sandsten med ubehandlet (VII) og med behugget (IX) Overflade samt kunstig Granit (VIII).

Endelig er der paa Fig. 67 vist forskellige Apparater til Prøvning af Kalkmørtel og Cement samt nogle Cementprøvelegemer.

Efter at de studerende er bleven tilstrækkeligt forberedte ved Forelæsningerne faar de i Slutningen af Halvaaret Lejlighed til selv at foretage Forsøg i Material-

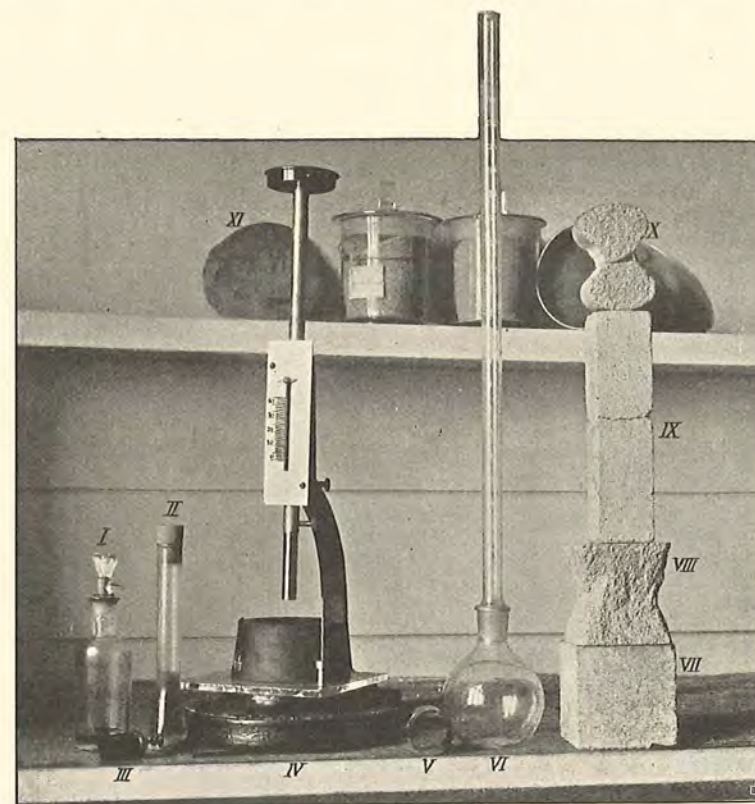


Fig. 67. Apparater til Kalk- og Cementprøvning.

laboratoriet. Foreløbigt gælder dette dog kun Maskiningeniørerne, men forhaabentligt vil i en ikke alt for fjern Fremtid ogsaa Bygningsingeniørerne faa Adgang.

Materiallaboratoriet er beliggende udenfor Lærestalten i en Kælder i Malmøgade Nr. 9 og staar i Forbindelse med Statsprøveanstalten, saaledes at der er Adgang til at benytte dennes Maskiner. De fleste Øvelser foretages dog ved Hjælp af Laboratoriets egen Universalprøvemaskine (Fig. 68), der baade kan trække, trykke og bøje med en Kraft af indtil 50,000 kg.

De studerende deles i Hold paa 5—6 Mand, og med hvert Hold foretages en Række Forsøg, der viser Styrken af de forskellige Materialer, Maaden, hvorpaa de brydes, deres Formforandringer, Elasticitet, Sejghed m. m., saaledes som nærmere angivet i det detaillerede Program. Til disse Øvelser faar Eleverne udleveret trykte Blanketter i to Eksemplarer og med Millimeterpapir til Optegnelse af Arbejdslinier.

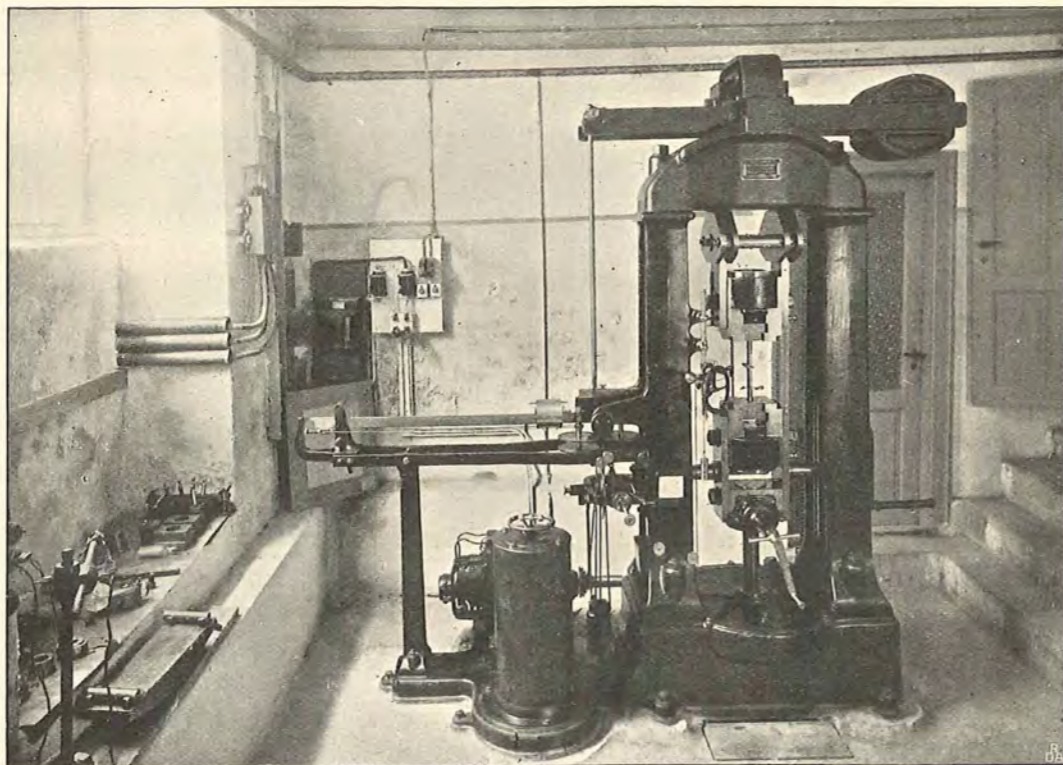


Fig. 68. Universalprøvemaskine.

Paa det ene Eksempel indføres under Øvelsen de gjorte Observationer, og efter at disse er blevene bearbejdede hjemme, renskrives de sammen med Resultaterne paa den anden Blanket, som afleveres.

E. SUENSON.

## Øvelser i Husbygning og Bygningstegning.

Bygningsingeniørernes Øvelser i Husbygning afholdes paa Tegnestuen daglig, og som et Supplement hertil holdes 2 Gange ugentlig Eksaminatorier. Der tilstræbes dels at give de studerende Øvelse i at gøre Udkast til saadanne Bygninger, som kan forekomme i Forbindelse med større Ingeniørarbejder, dels at give dem Kendskab til en Bygnings konstruktive Bestanddele. For at opnaa dette udføres Projekter til mindre Bygninger efter et skrevet Program. Først udarbejdes Skitser i mindre Maalestok (1:200 v. St.) og efter disse optegnes Etageplaner, Bjælkelagsplan og Façader i 1:100 v. St. samt de nødvendige Snit i 1:50 v. St. I Snittet maa gøres Rede for saa mange forskellige Bygningsdele som muligt. Der udføres som Regel to saadanne Projekter, og til det andet udarbejdes et detailleret Overslag. Ved Eksaminatorierne gives der de studerende det nødvendige Kendskab til Bygningens Bestanddele, saaledes at de ogsaa lærer saadanne Konstruktioner at kende, der ikke forekommer i den særlige Opgave, som de har faaet at udarbejde.

Ved Fabrik-, Maskin- og Elektroingeniørernes Bygningstegning er det Hensigten at give de studerende Kendskab til en Bygnings Bestanddele. Opgaverne gives derfor som en Plan af en mindre Bygning, tegnet i lille Maalestok og med indskrevne Hovedmaal. De studerende maa saa tegne en Etageplan, Bjælkelagsplan, Snit og et Fag af Façaden i stort Maal, i Reglen i 1:50 v. St., og heri klare saa mange af Bygningens Detailler som muligt.

JOHAN NIELSEN.



Fig. 69. Undervisningslokale for Husbygning.



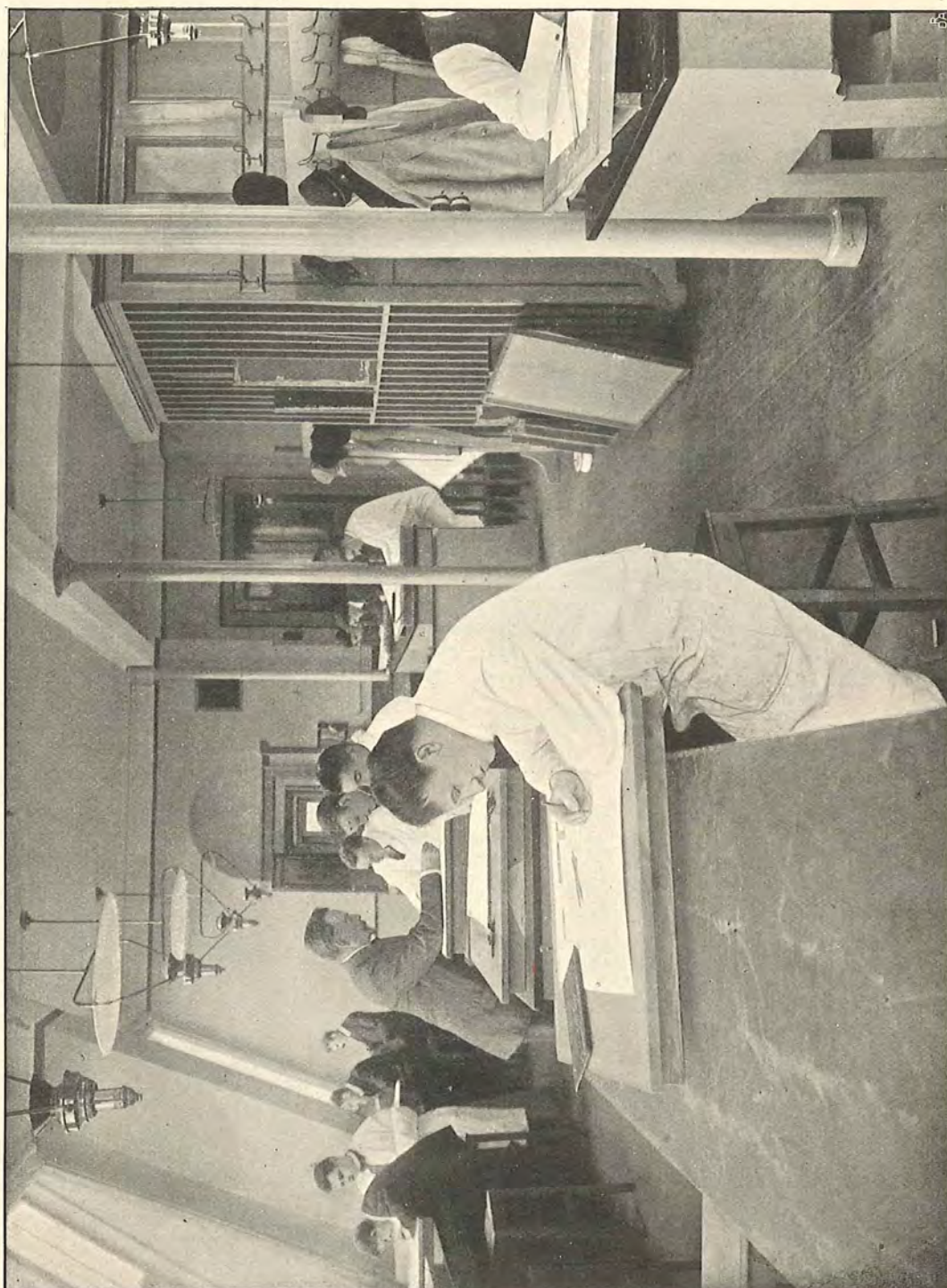


Fig. 70. Tegnelokaler.

## Undervisningen i Tegning.

Tegneundervisningen til I. Del af Eksamen foregaar i Bygningen mod Farimagsgade, hvor hele øverste Etage og et stort Lokale paa 2. Sal benyttes hertil. Fig. 70 viser Lokalerne i øverste Etage.

Undervisningen er beregnet paa, at den vordende Ingeniør skal lære at benytte dette Middel til Fremstilling af sine Tanker paa en rigtig og tiltalende Maade. Der lægges derfor ved Undervisningen særlig Vægt paa Nøjagtighed; men der indøves tillige saadanne Færdigheder, som mere tager Sigte paa det ydre Udstyr af Tegninger, saaledes Skrift, Skygning og Farvelægning, samt for Bygningsingeniørerne Signaturtegning. Desuden øves Kalkering og Pantografering af Hensyn til de Krav, der vil møde straks ved Udtrædelsen i det praktiske Liv; og for Maskiningeniørerne gives der Lejlighed til Øvelser i Brug af Planimeter af Hensyn til de senere Øvelser i Maskinlaboratoriet.

I Forbindelse med Tegneundervisningen holdes der i Studiets 1. Halvaar Eksaminatorier over Afbildningsmetoder, idet den fornødne Kendskab til Afbildning er gjort til en Betingelse for Deltagelse i de senere Halvaars Øvelser.

De Undervisningsmidler, som benyttes, er følgende:

1) En Lærebog i Afbildningsmetoder. 2) En trykt Vejledning ved Tegneundervisningen, som omfatter de Opgaver, der gennemgaas i Projektionstegning, samt Konstruktion af Skruer og Tandhjul. 3) Forskellige Fortegninger til Frihaandstegning, Skrift og Signaturtegning. 4) En Samling Maskindele til Øvelser i Opmaaling. 5) Pantograf og Planimeter.

E. P. BONNESEN.

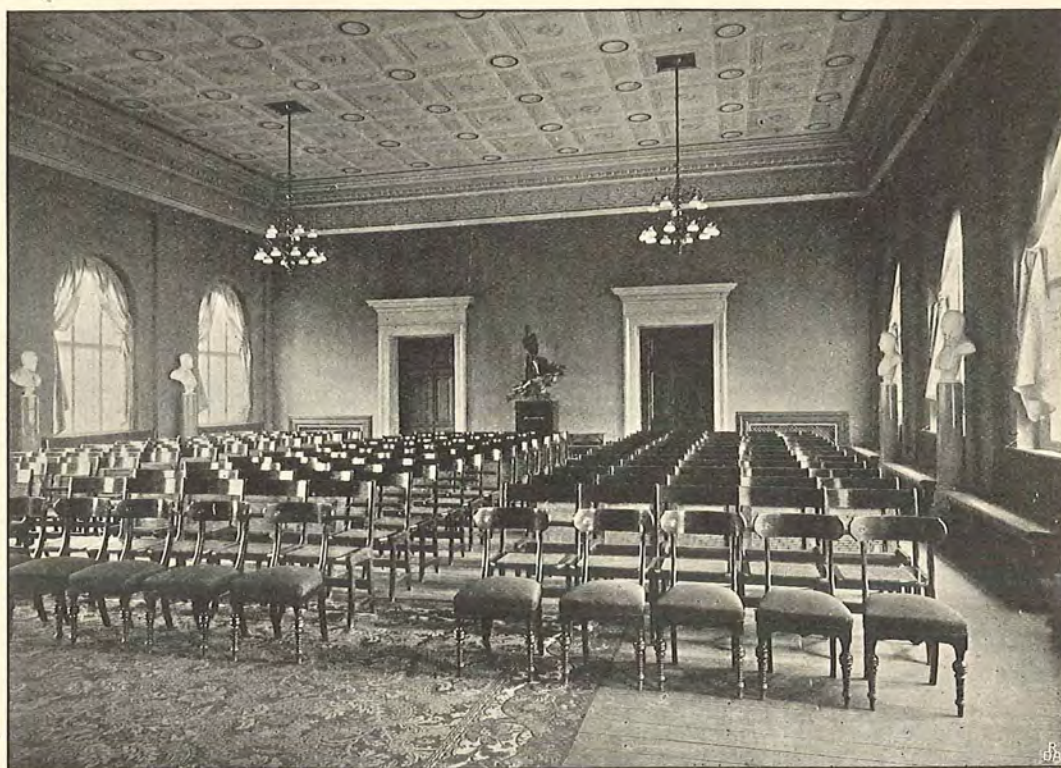


Fig. 71. Lærestaltens Festsal.



Fig. 72. Frokoststue.

1829. 27. Januar. Kgl. Reskript om Oprettelsen af en polyteknisk Lærestalt.  
 — 5. Juni. Provisorisk Reglement, hvorved der indføres Kursus og Eksamen i to Hovedretninger: Mekanik og anvendt Naturvidenskab.  
 — 5. November. Indvielse af den polytekniske Lærestalts Lokaler.
1857. 16. November. Undervisning og Eksamen for Civilingeniører indføres for privat indsamlede Midler. Denne Undervisning overtages af Staten den 1. April 1858.
1860. 22. August. Et nyt Reglement afløser det provisoriske.
1884. 3. August. Nyt Reglement.
1890. 1. September. Indvielse af nye Lokaler for den polytekniske Lærestalt.
1894. 24. Juli. Nyt Reglement.
1903. 3. Marts. Kgl. Resolution om Indførelse af Kursus og Eksamen for Elektroingeniører.
- 1904—07. Udvidelse af den polytekniske Lærestalt.
1909. 28. December. Nyt Reglement.

---

*Direktører:*

1829—1851. *H. C. Ørsted.*  
 1851—1865. *J. G. Forchhammer.*  
 1865—1872. *C. G. Hummel.*  
 1872—1883. *C. V. Holten.*  
 1883—1902. *Julius Thomsen.*  
 1902— *G. A. Hagemann.*

---

<i>Indmeldte studerende:</i>		<i>Afgaaede polytekniske Kandidater:</i>	
1829	22	(1831)	6
1850	8		4
1870	25		11
1890	58		15
1910	147		95