

Nyt fra Teknologihistorie DTU



2020:2



Opbygningen af den moderne by med bekvemmeligheder som kloakering og elektricitet og nye materialer som jernbeton krævede ingeniører med nye kompetencer. Foto: Elkabler lægges ned i Klaregade i Odense 1908, H. Lønborg/Odense Bys Museer

Nye tider – nye fag

Teknologihistorie DTU
Viden og formidling

Nye tider – nye fag

Undervisning i materiallære og elektroteknik

Af Louise Karlskov Skyggebjerg, Teknologihistorie DTU

Nye tider – nye fag

I slutningen af 1800-tallet kunne man se tilbage på et århundrede med store forandringer. Danmark var blevet industrialiseret. Jernbane og telegraf var efterhånden gamle teknologier, og i de senere år var ting som jernbeton, telefoner og elektricitetsværker kommet til. Men var uddannelsen til ingeniør fulgt med de nye tider? Nok ikke helt. I begyndelsen af 1890'erne var der derfor en vis utilfredshed med ingeniørerne. Ikke alle mente, at Polyteknisk Lærestanstalt (i dag DTU) levede op til sit formål om at give en højere teknisk undervisning på videnskabeligt grundlag, som passede til landets industrielle udvikling og statens behov. Der var simpelthen en fornemmelse af, at man ikke helt var fulgt med, og flere ønskede at uddannelsen blev mere praksisorienteret.

På Polyteknisk Lærestanstalt var man lydhør over for kritikken, og i 1893 fremsatte lærerrådet nogle forslag til ændringer af undervisningen. Man ønskede fx elektroteknik indført som fag for maskin- og bygningsingeniørerne, fordi elektriciteten havde fået en stigende praktisk anvendelse. Man ønskede også, at bygningsingeniørerne skulle vide mere om materialer som træ, jern og cement samt arbejde med materialprøvning. I forhold til samfundets behov anså man det for en simpel nødvendighed.

I 1896 begyndte så den obligatoriske undervisning i både elektroteknik og materiallære med undervisere, der kom fra den praktiske verden. Frands V. F. A. Øllgaard, der havde erfaring med havne og vandforsyning, blev ansat som underviser i materiallære, og Ib Windfeld-Hansen, der havde været med til at planlægge Københavns første elværk, kom til at undervise i elektroteknik. Begge underviste som en bibeskæftigelse ved siden af deres arbejde som ingeniører med fingrene langt nede i den fortsatte udvikling af henholdsvis vand- og elforsyning.

I det følgende fortælles først historien om indførelsen af materiallære som fag, og derefter historien om elektroteknikken. Begge fags fremkomst afspejlede enorme forandringer i den måde, vores samfund fungerer på. De var kort sagt en vigtig del af skabelsen af det materielle velfærdssamfund, vi lever i, hvor de færreste af os kunne tænke os at være uden ting som wc'er og stikkontakter.

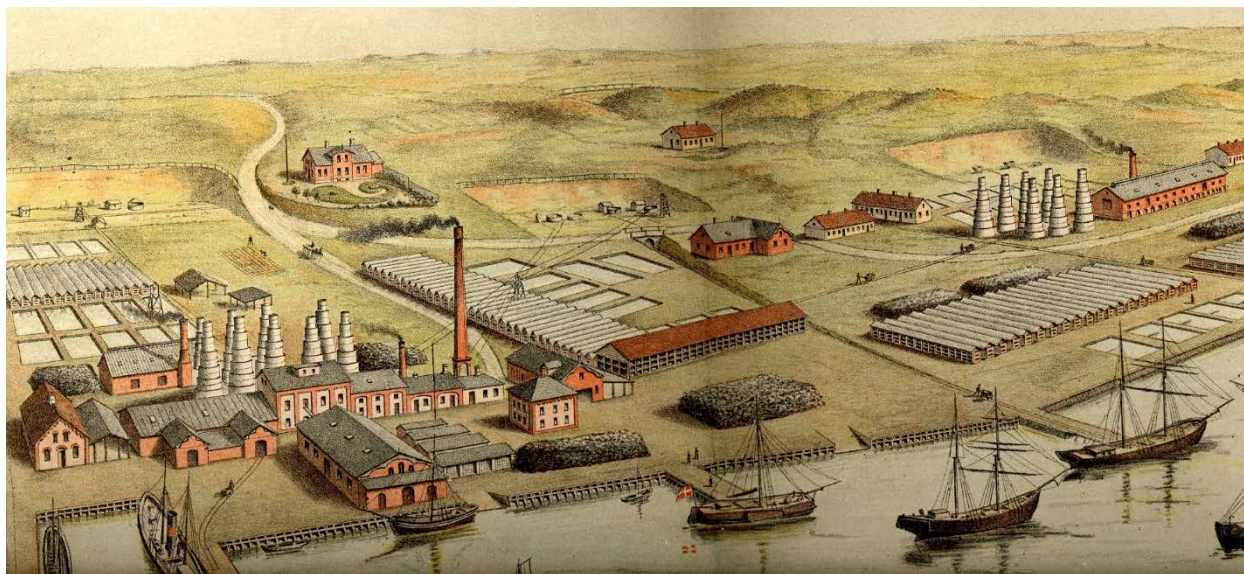
Materiallæren og vandinspektør Øllgaard

Øllgaard blev formentlig håndplukket til stillingen som underviser i materiallære, for i sin ansøgning skrev han stort set bare sit fødeår, og hvornår han var blevet færdig som ingeniør.

En anden ansøger, Niels Peder Nielsen, skrev faktisk en længere og grundigere ansøgning, der bl.a. handlede om hans praktiske erfaring som konsulent for kalkværker, cementfabrikker, teglværker o.l. Han havde også hentet inspiration internationalt og fortalte i ansøgningen, at han i forbindelse med en international kongres for ensartet undersøgelse af bygningsmaterialer havde undersøgt, hvordan der blev undervist i materiallære i Zürich. Han havde der skaffet to hæfter udarbejdet efter Ludwig von

Tetmajers forelæsninger over emnet. Det var en almindelig måde at skrive lærebøger på dengang, og Tetmajer var ikke hr. hvem som helst. Han var en pioner inden for materialforskning og -prøvning og initiativtager til det internationale materialeprøvningsforbund, hvis kongres Nielsen var rejst til Zürich for at deltage i. Nielsen mente, at han ville kunne bruge hæfterne som grundlag for sin egen undervisning i faget. I hvert fald til en begyndelse og selvfølgelig med de forandringer, der var nødvendige pga. lokale forskelligheder.

Den lange ansøgning hjalp dog ikke Nielsen, og det blev Øllgaard, der kom til at udarbejde det første forslag til indholdet i det nye fag materiallære på Polyteknisk Lærestanstalt. Faget skulle handle om smedeligt jern og stål, herunder om fremstillingsprocessen, materialernes mekaniske egenskaber, prøvemethoder og særlige udfordringer ved forskellige anvendelser, fx til jernbanemateriel. Faget skulle også handle om støbejern, kobber, bronze og andre metaller samt om træ, sten og mørtelmaterialer. Og så skulle de studerende overvære materialprøvninger. I Øllgaards oprindelige udkast nævnte han også brændselsmaterialer, men efter forhandling med de andre lærere blev de enige om, at det emne kunne indgå i andre fag i stedet.



Cementfabrikken Dania afbilledet 1888. Cement var et af de materialer, de ingeniørstuderende skulle vide mere om, da materiallære blev et nyt fag i 1896.

Suenson og en ny materialesamling

I 1904 sagde Øllgaard op som underviser i materiallære, og som afløser håbede man på at ansætte en ældre praktisk ingeniør med god uddannelse. Det var dog nemmere sagt end gjort. De tre, der søgte stillingen, havde nemlig ikke den praktiske erfaring med ingeniørarbejde, som ansættelsesudvalget ønskede sig. Umiddelbart kunne man derfor ikke beslutte sig, så de tre ansøgere blev inviteret til at holde en konkurrenceforelæsning om temperaturens indflydelse på de i teknisk henseende vigtigste metaller styrkeegenskaber (brudstyrke, sejhed m.v.). Herefter pegede ansættelsesudvalget enstemmigt på Edouard Suenson, der kom til at præge faget i mange år.

Suenson var uddannet bygningsingeniør blot to år før og havde derefter suppleret sin uddannelse ved at studere og arbejde på tekniske højskoler i Tyskland som assistent inden for det ret nye fagfelt materialundersøgelser. Efter Tysklandsturen åbnede han et rådgivende ingeniørfirma med speciale i jernbeton, umiddelbart før han altså blev ansat som underviser i materiallære. Da lærerstillingen i første omgang langt fra var en fuldtidsstilling, fortsatte han med sit private firma ved siden af. Senere blev han professor i faget og Danmarks første professor i jernbetonteknik, som var en ret ny teknologi, da Suenson begyndte at interessere sig for emnet.

En af Suensons kongstanker var, at de studerende ikke bare skulle høre om forskellige materialer, men også have dem i hænderne. Han gik derfor straks i gang med at skabe en materialesamling, hvoraf en del nu findes i den historiske samling på DTU.



I 1904 blev denne granpæl, der havde stået i Hundested Havn i 7 år, registreret i materialesamlingen. Den var angrebet af pæleorm.

Det var på det tidspunkt ikke nyt med samlinger på Polyteknisk Lærestanstalt, der længe havde haft en teknologisk samling, en fysisk samling og en modelsamling, og i Suensons fortegnelse finder man også ting, der havde ligget fra Øllgaards tid. Det drejede sig bl.a. om et eksempel på finkornet stål, nogle ståltrækprøver med et "smukt" keglebrud og en stang af værktøjstål. Alt sammen genstande, der stadig er bevaret på DTU.

I 1911 udgav Suenson sin første lærebog i materiallære. På det tidspunkt var materialesamlingen ordnet i et kartotek efter de paragraffer, de hørte under i hans bog. Journal nr. 323, der var en såkaldt Trottoirklinke, hørte fx til § 945 i Suensons bog om byggematerialer. Den paragraf var en del af afsnittet om "simplere fliser" og handlede helt specifikt om fliser fra området Skromberga i Skåne.

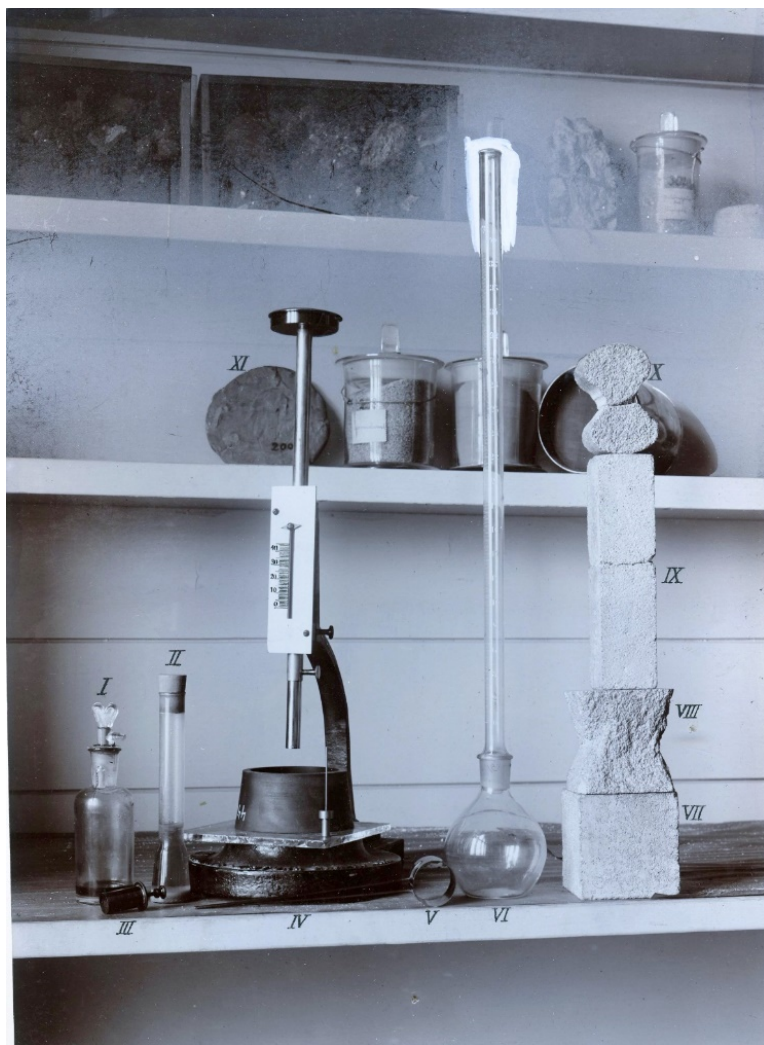
Fra 1920 udvidede Suenson stoffet i sin lærebog, så der efterhånden kom et selvstændigt bind om styrkeprøver og metaller, et bind om træ, plantestoffer, varme- og

lydisolering samt et bind om natursten. Og endelig blev den del af lærebogen fra 1911, der omhandlede lervarer, mørtler, beton, kunststen og glas genoptrykt uforandret i 1940, nu som bind 4 ud af 4.

Materiallære suppleres med materialprøvning

Suenson nøjedes ikke med at tage initiativet til en samling af materialer, der skulle sendes rundt og hjælpe på de studerendes forståelse i undervisningen. Han gik også meget op i materialprøvning. Få måneder efter sin tiltrædelse tog han derfor fat på at ændre de planer, man havde med hensyn til at

opstille materialprøvemaskiner i det maskinlaboratorium, der var under opbygning på Polyteknisk Lærestanstalt. Suenson mente nemlig ikke, at de nødvendige betingelser for videnskabelige forsøg var opfyldt, hvis prøvemaskinerne blev opstillet sammen med de øvrige maskiner i en stor sal. I stedet foreslog han, at maskinerne blev anbragt i et lejet kælderlokale ved siden af Statsprøveanstaltens lokaler. Så kunne de studerende nemlig også benytte anstaltens maskiner. Hans ønske blev fulgt, og det materiallaboratorium, som Suenson på den måde fik oprettet, skiftede mange år senere navn til Laboratoriet for Byggeteknik.

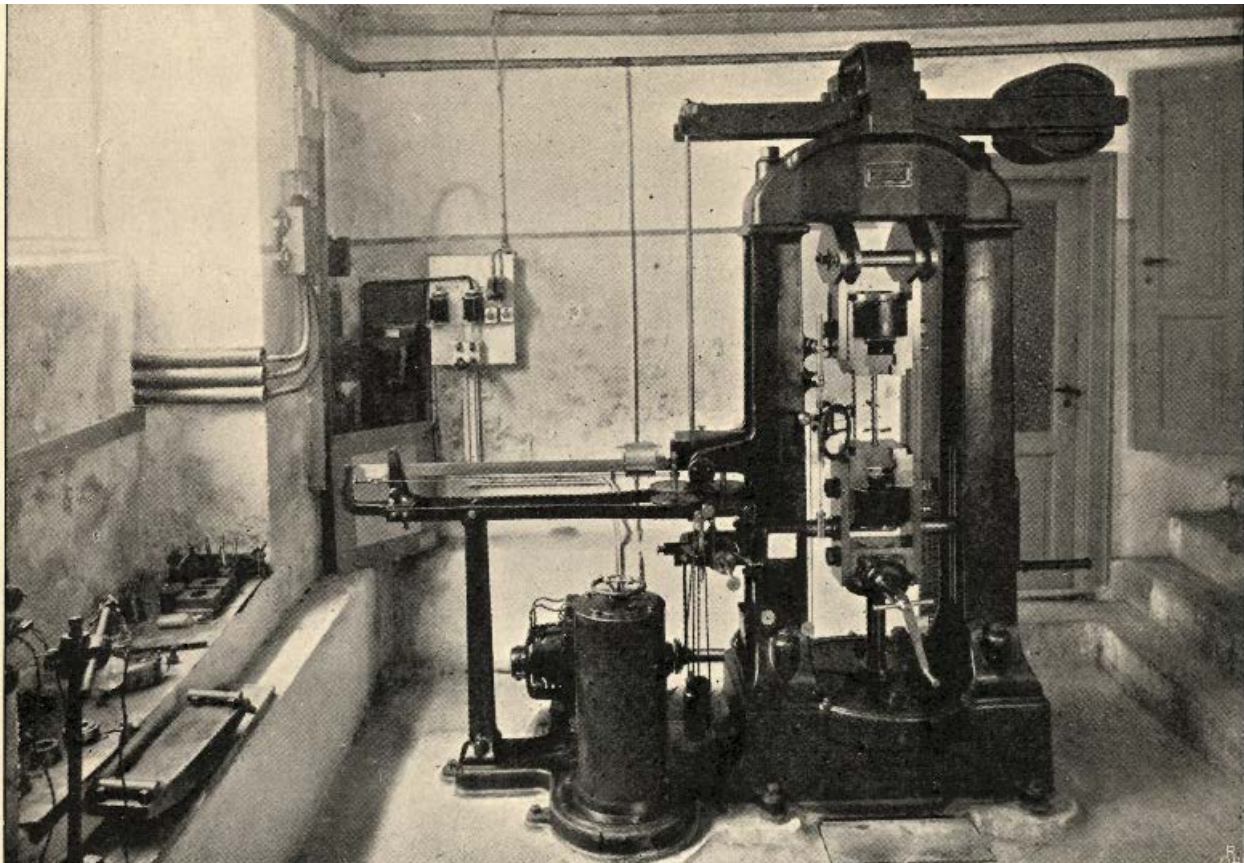


Suensons apparat til kalk- og cementprøvning, 1910.

Suenson var heller ikke tilfreds med den tid, han havde til rådighed for undervisningen i materiallære. I 1906 foreslog han derfor, at undervisningen blev udvidet fra to til tre timer om ugen. I begrundelsen skrev han, at undervisningen tidligere kun havde bestået i foredrag, hvor de studerende ikke havde haft lejlighed til selv at se forskellige materialer in natura og lære at kende forskel på gode og dårlige varer. Nu gjorde den nye samling af byggematerialer det muligt at anskueliggøre, hvad der blev omtalt i forelæsningerne ved at sende tingene rundt. Disse demonstrationer forøgede udbyttet af undervisningen, men de tog selvfølgelig også tid. Det var derfor svært for ham at nå det pensum, han plejede på de ca. 32 timer, der stod til hans rådighed. Da Suenson i forvejen anså timetallet for at være for lavt i forhold til fagets alsidighed, bad han om at få undervisningen udvidet. Også dette ønske blev imødekommet, ligesom det program for maskiningeniørstuderendes øvelser i materiallaboratoriet, Suenson opstillede i 1908, også blev vedtaget.

I 1910 blev der udgivet en beskrivelse af samlingerne og laboratorierne på Polyteknisk Lærestanstalt, og heri beskrev Suenson formålet med faget materiallære. Det skulle give de studerende kendskab til de byggestoffer, der blev hyppigst brugt i det, han kaldte ingeniørteknikken. Det skulle give dem kendskab til stoffernes vigtigste egenskaber, og endelig skulle de studerende lære, hvordan man skelner mellem gode og dårlige materialer og undersøger de egenskaber, der har teknisk betydning.

Om de praktiske øvelser for de studerende på maskinretningen fortalte han, at når de studerende var "blevet tilstrækkeligt forberedte ved Forelæsningerne", skulle de selv lave forsøg i materiallaboratoriet. De fleste øvelser blev lavet med laboratoriets universalprøvemaskine, der kunne trække, trykke og bøje med en kraft på indtil 50 ton. Men derudover var der også mulighed for at benytte Statsprøveanstaltens maskiner, da laboratoriet jo som nævnt var etableret i forbindelse med det. Det, de studerende skulle i praksis, var at lave forsøg, der viste styrken af forskellige materialer, måden de gik i stykker på, deres formforandringer, elasticitet, sejhed m.m. I 1910 bad Suenson om, at bygningsingeniørerne også måtte få sådanne praktiske øvelser i materialprøvning.



Universalprøvemaskinen i materiallaboratoriet.

Jernbeton som nyt vidensfelt

Suenson var som nævnt ved siden af stillingen som underviser rådgivende ingeniør med speciale i jernbeton, og i foråret 1907 holdt han som noget helt nyt på Polyteknisk Lærestalt en række forelæsnings over emnet. Jernbeton var på det tidspunkt et materiale, der blev anvendt mere og mere.

Et par år senere, ved reglement af 28. december 1909, blev der indført en forelæsningsrække i jernbeton beregnet for bygningsingeniører. Kort tid efter, i juni 1910, anmodede Polyteknisk Lærestalt om at få lov til at oprette et docentur i jernbeton. Man henviste da til, at anvendelsen af jernbeton nu

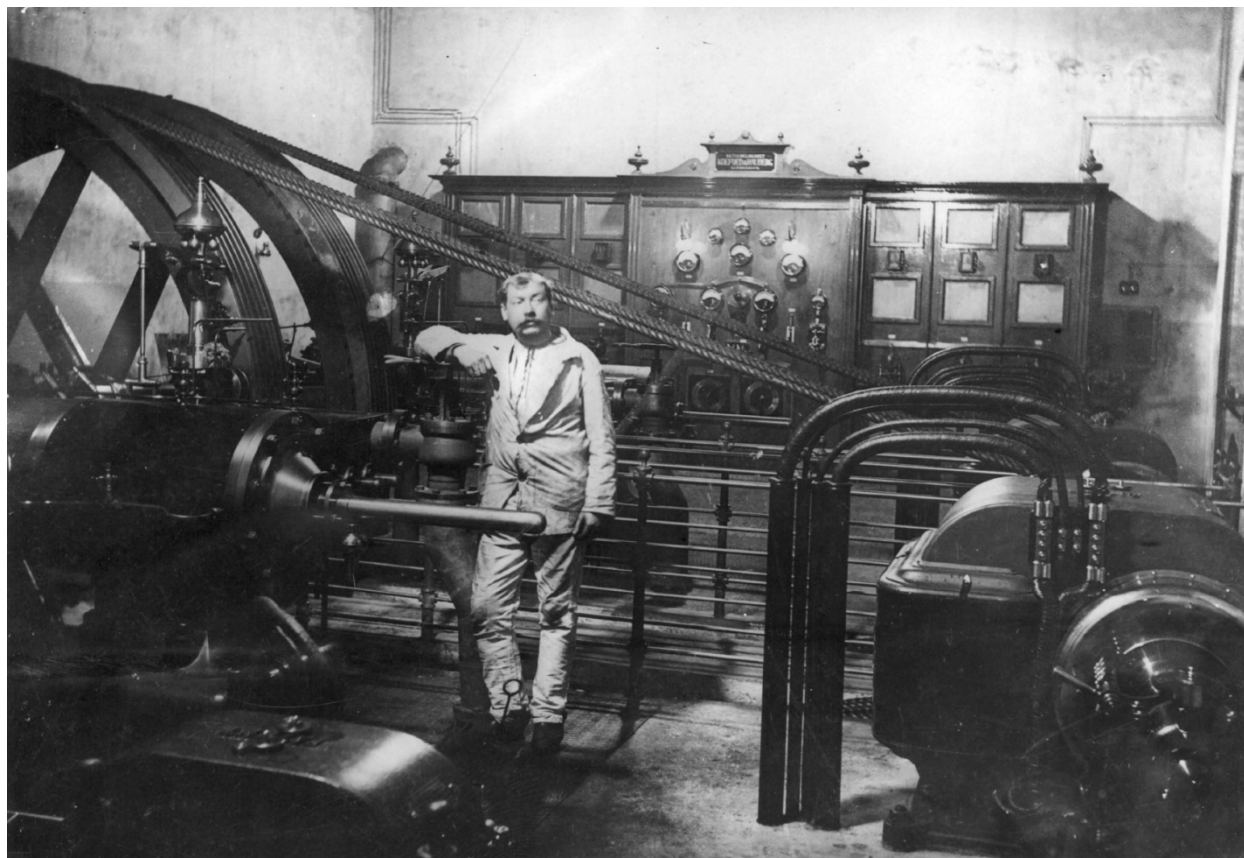
var blevet overordentlig almindelig ved ingeniørarbejders udførelse, og at det var sandsynligt, at faget hurtigt ville udvikle sig til et hovedfag for ingeniører. Det må man sige skete. Jernbeton – eller armeret beton, som vi ofte kalder det i dag – begyndte man så småt at bruge i Danmark i 1890'erne, og i 1900-tallet eksploderede brugen. I 1931 skrev Suenson i forordet til sin lærebog: "Alle, der har med Byggevirksomhed at gøre, faar med Jærnbeton at gøre".



Edouard Suenson, Danmarks første professor i jernbeton. Malet af Janus Gunner, der ved siden af sit job som professor i tegning bl.a. malede portrætter af sine kolleger.

Elektroingeniør – en ny ingeniørretning på vej

Det elektriske lys var blevet demonstreret på Christiansborg Slots ridebane tilbage i 1857, men derfra var der langt til, at elektriciteten blev en integreret del af hverdagen. Der gik næsten et halvt århundrede, før offentlige elværker begyndte at sprede sig over landet. Begyndende i Odense og Køge i 1891.



Danmarks første elværk blev bygget i Odense i 1891. Foto: H. Lønborg/Odense Bys Museer

Ib Windfeld-Hansen, der havde været på studierejse og studeret udenlandske elværker som optakt til opførelsen af Københavns første elværk i 1892, begyndte at holde forelæsninger om elektroteknik på Polyteknisk Lærestanstalt i 1893. Men for at tilpasse undervisningen på Lærestanstalten til samtidens behov, skulle der mere til. Det betød konkret, at man ville indføre obligatorisk undervisning i maskiner til frembringelse af elektriske strømme, transformatorer, elektriske motorer, akkumulatorer, bue- og glødelamper, ledningsnet, samt de i industriens vigtigste metaludfældninger. Fabrik- og bygningsingeniørerne skulle blot have en time om ugen i et halvt år, hvorimod maskiningeniørerne skulle have langt mere undervisning i elektroteknik, inkl. praktiske øvelser. Denne obligatoriske undervisning begyndte i 1896 med Windfeld-Hansen som underviser.

Efterhånden som behovet for folk med viden om elektroteknik voksede yderligere, var det heller ikke længere tilstrækkeligt. I 1903 blev der derfor oprettet en egentlig uddannelse til elektroingeniør. Den uddannelse var man for alvor begyndt at planlægge i år 1900, hvor professor i fysik, Peter Kristian Prytz, opfordrede Søren Absalon Larsen, der dengang var assistent i det fysiske laboratorium, til at udarbejde

et forslag til udvidelse af laboratorieundervisningen i elektroteknik. Prytz lagde vægt på, at det skulle dreje sig om en praktisk uddannelse indrettet efter landets behov. Det betød bl.a., at man nedtonede undervisningen i vekselstrøm, da det var jævnstrømmen, der dominerede i det praktiske liv – og som Prytz og andre toneangivende personer på Polyteknisk Læreanstalt også tænkte ville dominere i fremtiden. Prytz havde udgivet en bog om elektricitet i 1884, dengang Edisons jævnstrømsværk i New York næsten lige var åbnet.

I år 1900 nedsatte lærerrådet også et udvalg om oprettelse af tekniske laboratorier. I udvalgets betænkning kom der bl.a. til at stå, at elektricitetens anvendelser nu havde taget et sådant opsving, at man faktisk ikke længere kunne forsvare at undlade at oprette en elektroteknisk studieretning på Polyteknisk Læreanstalt. Den retning skulle supplere maskiningeniørernes undervisning i elektroteknik, som var møntet på at gøre dem i stand til at arbejde med elektriske anlæg og “med forståelse” deltage i de egentlige elektrotekniskeres udførelse af anlæggene. På det tidspunkt var elektroteknikerne som regel enten udlændinge, der arbejdede i Danmark, selvlærte eller danskere, der havde taget en elektroteknisk uddannelse i Tyskland.

Udvalget konstaterede, at som sagerne stod, måtte de unge mænd, der ville uddanne sig til elektroteknikere, søge til udlandet. Det, mente man, var urimeligt, når læreanstalten tilbød



At der blev oprettet en elektroteknisk retning på Polyteknisk Læreanstalt tilskrives ofte G.A. Hagemann, der ledte læreanstalten i 1903. Men forarbejdet var sket under Julius Thomsen, der ses på billedet.

fuldstændige ingeniøruddannelser på andre for landet vigtige områder. Desuden var det dyrt at uddanne elektroteknikere, så man frygtede, at de udenlandske læreanstalter ville begrænse eller helt spærre for adgangen for udlændinge. Og så ville man komme til at mangle sagkundskab i Danmark.

For udvalget var spørgsmålet derfor ikke, om man skulle oprette en ny studieretning med fokus på elektroteknik, men hvad uddannelsen konkret skulle indeholde. Man anbefalede, at uddannelsen blev tilrettelagt ud fra de erfaringer med undervisning i elektroteknik, man allerede havde gjort sig. I øvrigt mente man, at man ved at gøre vekselstrømsteknik til et bifag ved siden af jævnstrømsteknik som hovedfag ville kunne tilbyde elektroingeniørerne en grundigere maskinteknisk uddannelse, end de typisk fik på de udenlandske uddannelser. Vekselstrømsteknikken havde nemlig ingen betydning i Danmark, og man ventede heller ikke, at den ville få det i synderligt omfang.

Efterfølgende forsøgte den daværende direktør for Polyteknisk Læreanstalt, kemikeren Julius Thomsen, at fremme sagen i ministeriet, og det

samlede lærerråd udtalte sig også positivt om nødvendigheden af et kursus for elektroingeniører. Thomsen skrev bl.a. til ministeriet, at elektroteknikken stillede store krav til teoretisk og praktisk uddannede mænd til anlæg af elektricitetsværker og til drift af de mangfoldige virksomheder, hvor der nu blev anvendt elektricitet. Indtil nu havde man ikke kunnet få den fornødne praktiske uddannelse i Danmark, så mange var søgt til udlandet, og samtidig var der indvandret teknikere særligt fra Tyskland og Sverige.

I 1901 skrev Thomsen til Prytz og bad om et bilag til Larsens forslag om oprettelse af et elektroteknisk laboratorium. Thomsen ønskede, at formålet og den forventede udgift til indretning og drift af laboratoriet skulle fremgå, og at fremstillingen skulle

være bygget paa det Grundlag, at den paatænkte Undervisning fra Begyndelsen af ikke kan paaregne noget stort Antal Studerende, og at Laboratoriets Hovedformaal skal være at give en praktisk Undervisning. Forslag om Anskaffelse af Apparater, som ikke have direkte Betydning for Undervisningen, men væsentlig kun teoretisk eller videnskabelig Interesse, bør derfor saa vidt muligt ikke optages.

Resultatet af det arbejde blev bl.a. en liste over forslag til nyanskaffelser til en samlet sum af 119.800 kr., svarende til knap 8,5 mio. kr. i dag, samt oplysninger om det personale og det antal kvadratmeter, et elektroteknisk laboratorium ville kræve. I sin beretning skrev Prytz også, at undervisningen for de 20 studerende, han forestillede sig pr. årgang, skulle bestå af forelæsninger, konstruktionsøvelser og laboratorieøvelser.

Thomsen bad herefter ministeriet om lov til at udvide undervisningen i elektroteknik på Polyteknisk Lærestanstalt, men i første omgang fik man blot svaret, om ikke den private Lærestanstalt for Elektroteknik kunne få statstilskud og dermed løse opgaven. Det mente man bestemt ikke på Polyteknisk Lærestanstalt. Men korrespondancen gik i stå her midt i systemskiftet, og der skete ikke umiddelbart mere i Thomsens korte tilbageværende direktørtid.

Det lykkes i 1903

Da den elektrotekniske retning blev oprettet i 1903 under den nye direktør G.A. Hagemann, blev uddannelsens to første år gjort identiske med uddannelsen til maskiningeniør. Hermed fulgte Polyteknisk Lærestanstalt i fodsporene på de tyske undervisningsinstitutioner. Allerede ved en rundrejse til tyske maskintekniske skoler i 1898 havde ingeniøren J. Gottlob nemlig konstateret, at der flere steder var en tilbøjelighed til at lade den maskintekniske undervisning forgrene sig i to retninger, med maskinbygning eller elektroteknik som hovedfag. Første på området var skolen i Mittweida, der på tidspunktet for Gottlobs besøg netop var begyndt med en ny undervisningsplan med omfattende undervisning i elektroteknik.

Man kan få et indtryk af, hvad det egentlig var, elektriciteten blev brugt til på det tidspunkt, ved at læse dette uddrag fra lovbehandlingen i forbindelse med bevillingen af penge til et nyt elektroteknisk laboratorium:

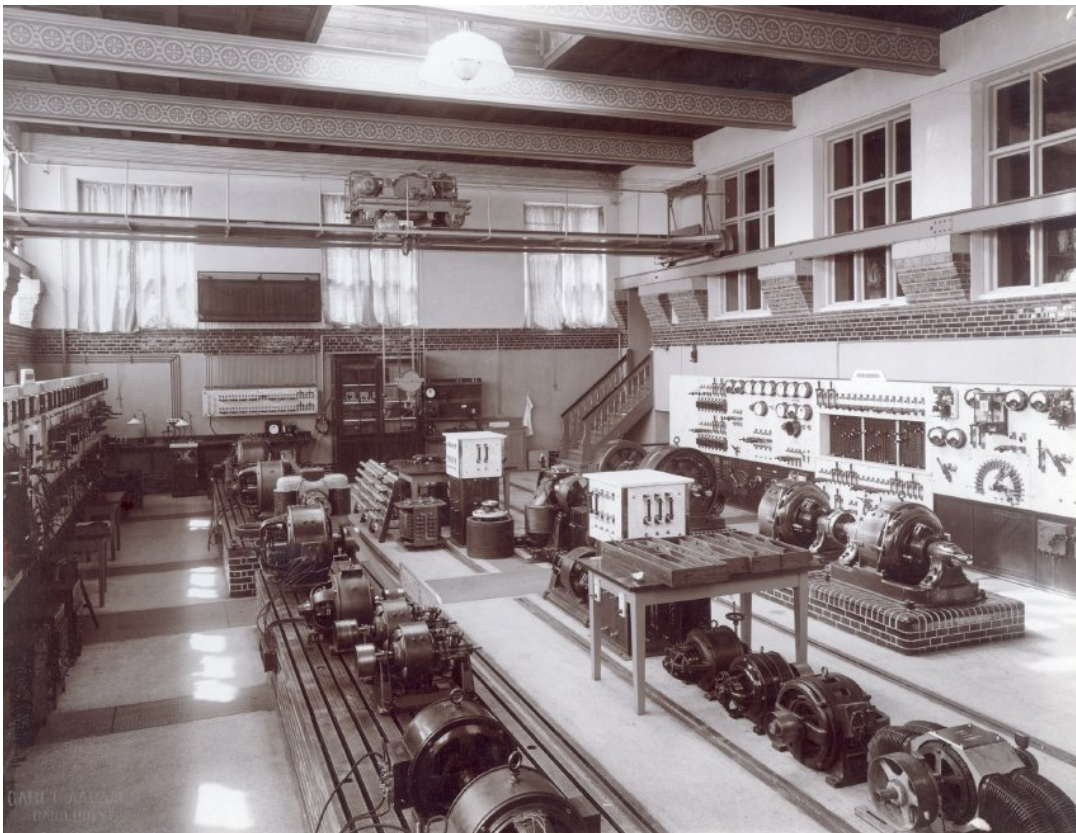
Den elektrisk Strøm finder allerede nu Anvendelse i Signalvæsenets, Sikringsvæsenets og Korrespondancens Tjeneste gennem Telefoner, store og smaa Telegrafer med eller uden

Ledning; paa Trafikkens Omraade i Sporvogns- og Jernbanevæsenet; i den daglige Økonomi til Frembringelse af Lys og varme; i den mekaniske Storindustri saavel som i Husindustrien ved Kraftoverføring gennem Dynamoer og Motorer, der paa mange Omraader fortrænge Dampmaskinen; i den kemiske Storindustri dels ved Anvendelse af elektriske Ovne til metallurgiske og andre praktiske Formaal, dels ved elektrolytiske Fremstillinger af mangfoldige teknisk kemiske Produkter; paa Kunstindustriens, særlig Plastikkens Omraade, Forsølvning, Fornikling, og saaledes videre over alle tekniske Omraader.

I forbindelse med præsentationen og vedtagelsen af loven, der førte til bygningen af det elektrotekniske laboratorium (indviet i 1906), blev det i øvrigt fremhævet, at der var store summer investeret i elektrotekniske anlæg, og at planlægning og ledelse af sådanne fordrede mænd med dybtgående teoretisk og praktisk uddannelse baseret på et fyldigt videnskabeligt grundlag. Næppe i nogen anden retning, end på det elektrotekniske område, trådte videnskaben så nøje og umiddelbart i forhold til det praktiske liv, blev det hævdet.



Kælderen på Polyteknisk Lærestalt indrettet til det første elektrotekniske laboratorium – for penge stillet til rådighed af direktør Hagemann personligt.



Det var kun kortvarigt, at elektroteknikken måtte nøjes med sparsomme kælderfaciliteter. Her ses den elektrotekniske fløj på Polyteknisk Lærestalt bygget 1904-1906 og den nye elektrotekniske maskinsal.

Svagstrømmen kommer til

I 1908 syntes man på Polyteknisk Lærestanstalt ikke længere, det var nok med et fokus på stærkstrøm. I 1909 kom svagstrøm derfor til som obligatorisk fag for elektroteknikere. Forinden faget formelt var oprettet, holdt P.O. Pedersen allerede forelæsninger over telegrafi og telefoni, og det blev da også ham, der blev ansat som docent i faget. Han havde samarbejdet med Valdemar Poulsen om opfindelser som telegrafonen og buesenderen og blev et førende navn inden for svagstrøm.

Ved årsskiftet 1911-12 blev der for første gang stillet forskellige eksamensopgaver for de elektroingeniør-studerende, der havde valgt henholdsvis stærkstrøm og svagstrøm som speciale. Førstnævnte skulle i en opgave, der gik ud på at lave et udkast til et ikke meget sammensat stærkstrømsanlæg, tage udgangspunkt i en case, hvor en stationsby havde sluttet kontrakt med et elværk om levering af strøm. Byen skulle selv bære transformerstation og lavspændingsledningsnet. De, der havde valgt svagstrøm, skulle i et udkast til et ikke meget sammensat svagstrømsanlæg arbejde med telefonledninger mellem to byer.

I 1912 viste en optælling af polyteknikere i forskellige ansættelser i øvrigt, at der var blevet ni ansat i telegrafvæsenet, 13 ved de københavnske elværker og 25 ved telefonselskaberne. NESA beskæftigede seks, mens en halv snes var ansat i elektrotekniske virksomheder, især med kabelfremstilling. Elektroteknikken var kort sagt blevet et vigtigt arbejdsfelt for ingeniørerne.



P.O. Pedersen sammen med Jens Peter Christensen på Laboratoriet for telegrafi og telefoni.

Vide-hvad og vide-hvordan

I forbindelse med etableringen af fagene materiallære og elektroteknik var der fokus på at få ansat folk med praktisk erfaring som undervisere. Der var også fokus på at få skabt de rette faciliteter, så de ingeniørstuderende ikke kun fik teoretisk undervisning, men også fik arbejdet med tingene i praksis. Man skulle ikke bare *vide-hvad*, men også *vide-hvordan*. Den skelnen præsenterede filosofen Gilbert Ryle i 1945 i en berømt forelæsning. Ryle argumenterede for, at *vide-hvad* ikke har forrang, men altid involverer viden om hvordan, man bruger sin viden i forbindelse med løsning af teoretiske og praktiske problemer.

Det er et syn på viden, som folkene bag undervisningen i elektroteknik og materiallære kunne tilslutte sig, inkl. lærestaltens direktør omkring århundredskiftet, kemikeren Julius Thomsen. Allerede i 1855 harcelerede han over, at de studerende på Polyteknisk Lærestalt lærte for meget teori og for lidt anvendelse. Undervisningen skulle ifølge Thomsen ikke lægge vægt på ren teori, men på måden, den kunne anvendes på, for det var med Thomsens ord ikke den udstrakte kundskab om de mangfoldige, forskellige måder, på hvilke et mål kan nås, men overbevisningen om i det enkelte, specielle tilfælde at kunne vælge det rette, der udgjorde den sande målestok for praktisk kundskab. Polyteknisk Lærestalt skulle give sine elever den specielle faguddannelse, deres fremtidige erhverv fordrer.

Hvor tæt vægten på praktisk kundskab (*vide-hvordan*) kunne hænge sammen med udviklingen af nye videnskabelige felter (*vide-hvad*), er udviklingen af fagfeltet materialprøvning et godt eksempel på. På Polyteknisk Lærestalt var man netop meget optaget af at udvikle materialprøvning som en videnskab med international standardisering og ensartede måder at teste materialer og definere deres egenskaber på.

Harald Immanuel Hannover, der underviste på lærestalten i maskinlære og så sig selv som den, der havde taget initiativ til faget materiallære, sagde i 1908, at materialprøvning var begyndt den første dag, da et menneske

undersøgte et eller andet materiale, fx ved at ridse et stykke træ med en skarp sten eller brække en gren over sit knæ. Men den form for materialprøvning regnede han ikke med til materialprøvning som videnskab. Den videnskab opstod først i slutningen af 1800-tallet, hvilket bl.a. afspejler sig i Suensons materialesamling. Samlingen bestod ikke bare af ting, man kunne få lov til at se og røre på bedste



H.I. Hannover underviser i 1921. Blomsterne skyldes, at han lige er kommet tilbage efter et sygdomsforløb.

beskub. Mange af tingene var netop testet, analyseret og nøje beskrevet ud fra de testmetoder, der blev udviklet og standardiseret som en del af det internationale arbejde på feltet.

Også Øllgaards lærebog fra 1899 indeholdt mange sider om prøvemaskiner og forskellige prøvemetoder som træk- og trykprøver, bøjningsprøver og slagprøver. Alene afsnittet om prøvning af Portlandcement fyldte 18 sider. Så en del af det at kunne benytte de nye materialer i praksis var også at kende til de videnskabelige prøvemetoder og at kunne stole på dem og dermed på de materialer, man benyttede. Den udvikling var en vigtig forudsætning for det samfund, vi kender i dag, med højhuse, Storebæltsbroer og andre avancerede bygningsværker. Den slags forudsætter den forudsigelighed, som en videnskabelig tilgang til materialprøvning skabte.

Vil du vide mere?

Er du interesseret i dansk ingeniørhistorie, er et hovedværk Henrik Harnows "Den danske ingeniørs historie 1850-1920" (Systime 1998).

Vil du vide mere om oprettelsen af elektroingeniør-retningen samt de øvrige uddannelser inden for elektroteknik i begyndelsen af 1900-tallet, kan du læse Louise Skyggebjergs artikel "Elektroteknikkens danske barndom: En videnshistorisk analyse" i tidsskriftet *Slagmark* nr. 81 s. 95-113, 2020. I artiklen introduceres begrebet videnslandskab, og du kan i det hele taget også læse den som et eksempel på, hvordan videnshistorie kan bruges som analytisk ramme.

Er du mere interesseret i materialehistorie, kan du læse mere om aluminium her:

www.historie.dtu.dk/formidling/nyhedsbreve. Det nyhedsbrev præsenterer ud over aluminiumhistorie også en såkaldt posthuman tilgang til historieskrivning. Når det gælder betonhistorie, er der et historiske kapitel på vej her: www.betonhaandbogen.dk. Endelig kan du finde flere oplysninger om materialesamlingen og dens historie i kapitlet "Talende ting og tavs viden" i antologien *Det historiske blik* (Aarhus Universitetsforlag, 2021).

Tjek også de scannede tidsskrifter her: www.ing.dk/danmarkshistorie. Her kan du selv dykke ned i, hvad der blev skrevet i forskellige tidsskrifter som *Ingeniøren*, *Den tekniske Forenings Tidsskrift*, *Industriforeningens tidsskrifter* og meget meget mere. Endelig findes der en række scannede historiske bøger her: www.tekniskkulturarv.dk (hjemmesiden lanceres i første kvartal 2021).

Vil du selv dykke yderligere ned i kildematerialet, er der mange oplysninger at hente i årbøgerne fra Københavns Universitet, som Polyteknisk Lærestalt hørte under. Og vil du vide endnu mere, er Polyteknisk Lærestalts arkiv tilgængeligt på Rigsarkivet.