

I de praktiske videnskabers række...

Af Laila Zwisler og Annette Buhl Sørensen

Ifølge formålsparagraffen for Den Polytekniske Læreanstalt skulle polyteknikerne være til nytte for samfund og industri. Hvordan håndterede læreanstalten dette nytteaspekt, og hvordan fandt den sin rolle i det danske uddannelseslandskab? Hvordan skulle man undervise, hvem skulle undervise, hvad skulle man undervise i, og hvem skulle bestemme? Med fokus på tiden fra 1850 til begyndelsen af det tyvende århundrede følger forfatterne de forskellige faser, som fører læreanstalten ind på fire søjler: bygning, miljø, elektroteknik og biologi. Disse fag fører til hver deres nyttige ingeniørvidenskabelige retning og bidrager til fortællingen om begyndelsen til det moderne tekniske videnskabelige læringsmiljø.

Indledning

Den Polytekniske Læreanstalt skulle ifølge sin formålsparagraf være til nytte for samfundet og industrien. Et var dog formålsparagraffens idealer, noget andet var, hvordan læreanstalten skulle føre disse idealer ud i livet og dermed finde sin plads i det danske uddannelseslandskab, som udviklede sig fra anden halvdel af 1800-tallet. I denne artikel vil vi undersøge de forskellige faser, som førte læreanstalten ind på, hvad vi benævner som de fire søjler: bygning, miljø, elektronik og biologi, idet disse fag efter vores opfattelse var med til at forme et moderne læringsmiljø inden for de tekniske videnskaber. Vi vil vise, hvordan samspillet med det omkringliggende samfund, læreanstalten og personer har spillet centralt ind i beslutninger. Vi vil også kaste lys over, hvordan man underviste på læreanstalten, især med fokus på nytteaspektet, og hvordan dette udviklede sig.

Vigtige kilder bag denne artikel er årbøgerne fra Københavns Universitet, hvori læreanstalten indgår, undervisningsmateriale, arkivalier, den historiske samling på Danmarks Tekniske Universitet samt beskrivelser fra samtidige undervisere eller andre tilknyttet læreanstalten. Ved at have gennemgået et stort kilde materiale har vi kunnet se et andet billede af udviklingen af uddannelser på læreanstalten, end hvad der normalt fremstilles i de seneste, større afhandlinger om institutionens første 100 år. I disse studier er kontroverserne i centrum, og spændinger mellem læreanstalten og det omgivende samfund trækkes hårdt op som skarpe modsætninger. Ved at vælge en mikrohistorisk tilgang og et fokus på mindre begivenheder i vores arbejde med fagenes etablering og konsolidering ser vi en mere gradvis udvikling og mere samspil mellem aktørerne. Det billede sø-

ger vi at vise i denne artikel. I tidligere arbejder om læreanstaltens uddannelser har man ofte haft et meget stort fokus på, hvad der er blevet sagt om uddannelserne, og en spænding mellem teori og praksis. Det kan igen give et meget polemisk billede.

Til gengæld er der ikke skrevet ret meget om undervisningsmetoderne. I nyere litteratur om ingeniøruddannelser i Europa beskrives en udvikling af en ingeniørvidenskab på de højere læreanstalter med egne kulturer, normer og epistemologier.¹ Jamison og Heymann udlægger tre karakteristiske former for europæisk ingeniøruddannelse: den teoridrevne, den praksisdrevne og den hybride form, der omfatter såvel teori som praksis. Her søger man bevidst at lære den studerende at kombinere disse to og skabe et miljø, hvor det kan ske.² I dette lys er det interessant at undersøge undervisningsmetoderne på læreanstalten og standpunktet i forhold til en egentlig ingeniørvidenskab.

Vores fokus er på indre danske forhold. Vi behandler derfor kun internationale forhold i begrænset omfang, selvom de har haft stor betydning, idet læreanstalten og andre aktører vendte sig mod udlandet, ligesom læreanstalten var en del af en udvikling inden for ingeniøruddannelser. Man lå sjældent i fortroppen, men var med i bevægelsen, som antog forskelligartede former i forskellige lande.

Læreanstalten åbner

Den Polytekniske Læreanstalt blev indviet i 1829 som en satellit under Københavns Universitet. Danmarks førende videnskabsmand H.C. Ørsted var en vigtig drivkraft bag institutionen, som både skulle rumme naturvidenskab og polyteknik. De naturvidenskabelige professorer fra universitetet fik magten, mens de tekniske undervisere var udelukket fra lærerrådet og dermed indflydelse. Forholdene på læreanstalten var spartanske. Få personer skulle løfte polyteknikken på lidt plads og med få midler. Fra begyndelsen var der to uddannelsesretninger: Mekanik med maskinlære og anvendt naturvidenskab med kemi. Læreanstalten havde sit forbillede i den franske École Polytechnique fra 1794. Denne skole gav en grunduddannelse baseret på matematik, fysik og kemi, som gav adgang til de mere specialiserede skoler inden for infrastruktur og minedrift. Dette til trods var polyteknikken alligevel et nyt felt med få forbilleder. At få hold på polyteknikken var nok vanskeligere, end professorerne havde ventet. Man søgte at definere en form for naturvidenskabelig embedseksamen. Læreanstaltens første tid var famlende, og institutionen blev rystet, da alle kandidater i faget mekanik dømte ved den første eksamen i 1832. Anvendt naturvidenskab klarede sig godt og var tilsyneladende kommet ind i en god udvikling. Men generelt kæmpede man for at få fodfæste og finde sin rolle. Et af problemerne var, at der ikke var en åbenlys plads i det danske samfund til læreanstaltens kandidater i de første år.³

¹ Jamison et al. 2012: 192.

² Jamison et al. 2012: 185.

³ Wagner 1999, Harnow 1998.

En civil bygningsuddannelse

Kort efter den skandaleramte eksamen i 1832 fik læreanstalten dog chancen for at udvide sit faglige område. Centraladministrationen foreslog, at institutionen overtog forstuddannelsen fra Kiels Universitet. Det ville bl.a. have overført de bygningsrelaterede fag landmåling og nivellering til læreanstalten. Der var allerede udenlandsk tradition for, at bygningsfag var polytekniske discipliner, men læreanstalten afslog. Årsagerne til dette er formodentligt efterdønningerne fra skandalen, for læreanstaltens bestyrelse var tilsyneladende ikke uvenligt indstillet over for bygningsfagene. Allerede to år senere anmodede læreanstalten på foranledning af cand.polyt. F.C. Kabell om tilladelse til at oprette et tillægsgag i bygningskonstruktion, som ville give de studerende "Privilegium som Civilingeniør."⁴ Undervisning gik i gang, men forsvandt igen. Bygningsområdet kom tilbage i 1845, hvor læreanstalten begyndte at udbyde frivillige landmålingsøvelser. Måske var der heller ikke en meningsfuld rolle for polyteknikere inden for byggeriet. Det var traditionelt militæringenjørerens område, og de havde undervisning inden for feltet. I 1830 var uddannelsen af militæringenjører fremmet med oprettelsen af Den Kongelige Militære Højskole, hvor man bl.a. uddannede bygningsingenjører til Vejkorpsset. Da man fik brug for teknisk ekspertise til udviklingen af industri og infrastruktur i Danmark i denne periode, trak man på udenlandske ingeniører og danske militæringenjører.⁵ Der var mange lighedspunkter mellem højskolen og læreanstalten, blandt andet arbejdede mange undervisere begge steder.⁶ Disse to institutioner kom naturligt til at konkurrere med hinanden.

I årene omkring grundlovens indførelse foregik der debat om hele uddannelsesområdet. For læreanstalten at se var det centrale spørgsmål, hvilken institution der skulle stå for det teknisk videnskabelige og industrielle felt.⁷ Brugen af militæringenjører viste et tydeligt behov for tekniske eksperter, og landets økonomi var siden 1830'erne blevet bedre oven på statsbankerotten af 1813. På læreanstalten mente man, at tiden var inde til de første større reformer af institutionen. I 1847 og de følgende to år indgav bestyrelsen derfor flere forslag til Universitetsdirektionen om bygningsudvidelser, øgede bevillinger, en civil bygningsingenjørerretning og kursus i landøkonomi.⁸

Forslagene udløste en omfattende diskussion mellem læreanstalten, Kirke- og Undervisningsministeriet (som havde afløst Universitetsdirektionen), Den Militære Højskole, Krigsministeriet og Finansministeriet foruden polyteknikere, militærfolk og politikere. Krigsministeriet var modstander af en bygningsingenjøreruddannelse på læreanstalten og argumenterede for, at Den Militære Højskole

⁴ Lundbye 1929: 84.

⁵ Tapdrup 2008.

⁶ Harnow 1998: 40-42.

⁷ Oxenløwe 2006: 65.

⁸ Aarbog 1864: 52, Lundbye 1929: 92.

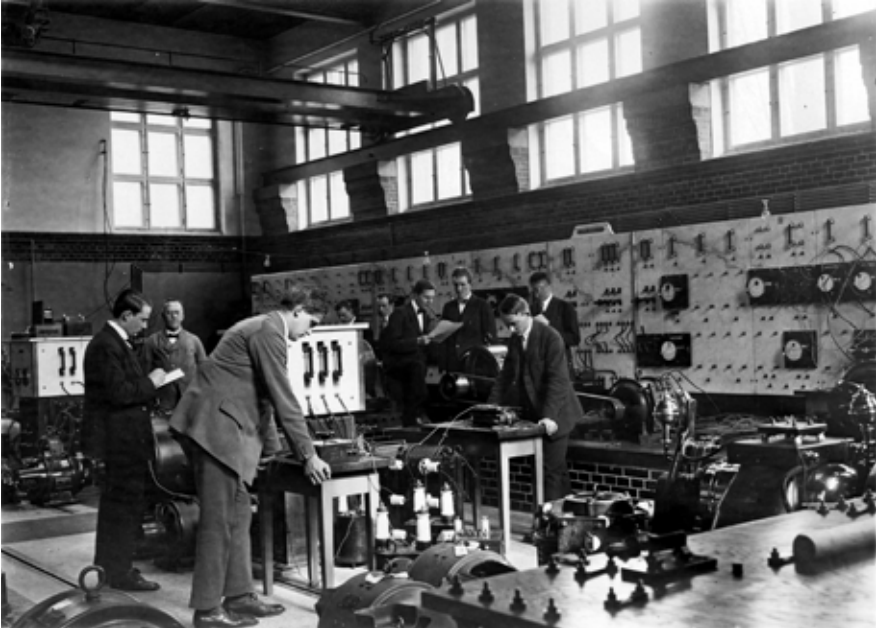
kunne levere eksperter både til militært og civilt byggeri. Forskellige løsninger blev drøftet, bl.a. at udvide og modernisere læreanstalten, nedlægge den eller sammenlægge den med Den Militære Højskole. Diskussionen førte dog ikke til nogen afklaring for læreanstalten, ligesom man heller ikke fik tilført flere midler. Et kursus i landøkonomi blev dog oprettet, hvilket vil blive omtalt nedenfor. Udviklingen i Danmark var dog med polyteknikerne. På europæisk plan var de tekniske uddannelser i vækst og udvikling. I Europa havde ideen om, at investeringer i højere uddannelse gav afkast, vundet frem med de tyske universiteter som eksempler, især fra midten af 1800-tallet.⁹ Teknologierne blev mere komplekse og begyndte at hænge sammen i systemer. Opførelse, vedligeholdelse og udbygning af infrastruktur og fabrikker krævede viden. I denne udvikling ændrede de tekniske fag sig hen mod en videnskabelig tilgang og teoridannelse. Matematik og andre teoretiske redskaber begyndte at vinde indpas i analysen af komplekse ingeniørmæssige problemer. De teknologiske systemer var begyndt at vinde fodfæste i det danske samfund, og denne udvikling åbnede muligheder for læreanstalten og videnskabeligt funderede polyteknikere.

Undervisningen på læreanstalten blev som ovenfor nævnt debatteret i samtiden, hvor også en del af institutionens egne ytrede sig. Undervisningen blev kritiseret for at være for teoretisk og gjorde ikke kandidaterne nyttige for næringslivet eller statsapparatet. Polyteknikere kritiserede, at officerer blev foretrukket til stillinger inden for jernbanen, og de fremførte, at læreanstaltens undervisning var mere velegnet til dette formål. Debatten viste, at polyteknikerne var ved at danne netværk og fik indflydelse som gruppe.¹⁰ I 1846 stiftedes Polyteknisk Forening, som bestod af studerende, færdiguddannede kandidater og lærere fra læreanstalten. Formålet var at skabe et sted, hvor alle polyteknikere kunne mødes under uforpligtende forhold. Da en række polyteknikere var aktive inden for offentlig administration og industri, blev både foreningen og læreanstalten selv en smeltedigel mellem højere læreanstalt, det offentlige og erhvervslivet. Og da enkeltpersoner bevægede sig mellem sektorerne, blev læreanstalt, forening og erhvervsliv tæt forbundne.

Indførelse af bygningsingeniøruddannelsen blev foreningens første store mærkesag. Et udvalg under foreningen, bestående af to undervisere fra læreanstalten og en vandbygningsdirektør, foreslog i 1857 en ordning, hvor studerende betalte for undervisning af havnebygmester, cand.polyt. L.F. Holmberg i bygningsfag. Fra efteråret 1857 holdt Holmberg forelæsninger over fundering, jordarbejde, vej- og jernbanebygning, bro-, havne- og digebygning, vanding og udtørring og vandløbsregulering. I 1858 bevilligede Folketinget løn til en lærer. Den første bygningsingeniør kunne dimitteres i 1861. I denne tid begyndte læreanstalten at foretrække polyteknikere med praktisk erfaring som undervise-

⁹ Andersson 2006: 103-107.

¹⁰ Harnow 1998: 243.



Polytekniske studerende på den elektroniske linje laver øvelser i maskinsalen i det elektroniske laboratoriums lokaler 1924. Her kunne de studerende få praktisk indsigt i elektroteknikken. (DTU's historiske samling www.past.dk. Teknologihistorie DTU.)

re. Denne strategi blev mere og mere udtalt i årene fremover og viser, at man på læreanstalten følte, at praktikeren besad en særlig viden. Men samtidig skulle praktikeren have en videnskabelig uddannelse at trække på.

I 1867 overgik hovedvejene fra militæret til amtskommunerne. Dette øgede behovet for civile ingeniører. Den nye bygningsingeniøruddannelse kom således på et tidspunkt, hvor behovet for bygningsingeniører øgedes, og de nye bygningsingeniører fortrængte hurtigt de udenlandske ingeniører og militæringeniørerne. Scenen var sat for en ny æra for polyteknikeren og dennes rolle i det danske samfund.¹¹

Teknisk hygiejne

Byerne var i kraftig vækst i midten af 1800-tallet, og de nye teknologier var et vigtigt led i hele moderniseringsprocessen af det urbane rum.¹² I København var vand- og afløbsforholdene uudholdelige og direkte livsfarlige, og i lægelige kredse frygtede man epidemier.¹³ Byens styre erkendte, at man ikke havde den fornødne praktiske erfaring eller viden til at løse problemerne. Man begyndte

¹¹ Tapdrup 2008.

¹² Lindegaard 2003: 107.

¹³ Lindegaard 2001: 70.

derfor at ansætte polyteknikere til at bestride de tekniske sider af byernes administration, og stillingen som stadsingeniør blev et nyt område, som polyteknikerne satte sig på.¹⁴ Måske var det i forventningen om, at de havde bedre forudsætninger for at løse praktiske komplekse problemstillinger af civil karakter. Flere polyteknikere udarbejdede i hvert fald undersøgelser og løsningsforslag. Blandt dem var lektor Christian Gotfried Hummel fra læreanstalten, som var vandspektør i perioden 1845-49 ved siden af sin akademiske karriere. Senere blev han institutionens rektor.

I 1853 blev lægernes frygt til virkelighed. En koleraepidemi kostede 4.737 københavnere livet og synliggjorde for alvor behovet for ordnede vandforsynings- og kloakeringsforhold og dermed polyteknisk viden. Det blev da også den polytekniske kandidat L.A. Colding, som førte en vand- og kloakplan ud i livet med hjælp fra et britisk ingeniørfirma. Colding var allerede anerkendt for sit videnskabelige arbejde, og han trak på matematiske og naturvidenskabelige metoder i arbejdet med praktiske problemstillinger. Blandt andet påviste han og kemikeren Julius Thomsen fra læreanstalten i 1853, at koleraen udbredtes med drikkevandet i København. For de to kunne problemer løses gennem teknologiske systemer, og Colding opstillede også formler for beregningen af kloakledninger.¹⁵ Læreanstalten var således allerede tæt knyttet til hygiejnespørgsmålet, da man sendte et forslag til Kirke- og Undervisningsministeriet i 1864 om undervisning i hygiejneteknologi med Colding som underviser. Egentlig kunne det lægges ind under L.F. Holmbergs meget store stofområde, men læreanstalten efterspurgte specialisering. Det gjorde sig også gældende i Europa, hvor der var en generel tendens til en skarpere faglig specialisering ved de højere læreanstalter i denne periode.¹⁶ For de tekniske uddannelser hang dette sammen med de stadig mere komplekse teknologiske systemer. Forslaget om undervisning blev godkendt allerede samme år, og forelæsningerne begyndte 1. februar 1865. Colding fortsatte som underviser i faget til 1884, og da var forelæsningerne stadig frivillige og uden eksamen.

Læreanstaltens reglement blev ændret i dette år. Det nye reglement lagde afstand til universitetsstrukturen, som var kommet ind i læreanstalten fra begyndelsen af. Institutionen formaliserede sin nye rolle som en institution med et andet sigte end det klassiske universitet. Det formelle magtforhold mellem universitetsprofessorer og undervisere i tekniske fag blev ændret. Læreanstaltens bestyrelse skulle nu bestå af direktøren og lærerne i alle eksamensfag. Dermed blev den særlige praktiske viden, man tilskrev de tekniske undervisere, i hvert fald næsten sidestillet med universitetsprofessorers viden. Dog stod hygiejne uden for dette.

For Dansk Ingeniørforening var læreanstaltens undervisning også i fokus. Foreningen blev stiftet i 1892 som en faglig organisation for personer med eksa-

¹⁴ Harnow 1998: 126-128.

¹⁵ Lundbye 1929: 446.

¹⁶ Andersson 2006: 104.

men fra en højere tekniske læreanstalt, og i dette regi fandt der en hård kritik af læreanstaltens undervisning sted. I denne debat blev hygiejnefaget kritiseret for manglende udvikling og formalisering.¹⁷ Kritikken førte til ugentlig undervisning for maskiningenør- og bygningsingeniørstuderende i faget vand- og kloakledninger i 1893. I 1909 blev faget eksamensfag for bygningsingeniørerne, og i 1921 blev det ændret til teknisk hygiejne, som eksisterede indtil 1994, hvor det blev til miljøteknologi.

Dermed havde et samfundsproblem været direkte anstødssten til en specialisering af polyteknikernes uddannelse. Polyteknikerne havde konsolideret sig selv som dem, der havde indsigten til at løse komplekse problemstillinger i det moderne samfund i en hybrid metodologi mellem videnskab og praktik. Og læreanstalten var undervisningsstedet, der kunne levere disse kandidater.

Elektroteknik

Debatten forud for stiftelsen af Dansk Ingeniørforening handlede også om et helt nyt område, nemlig elektroteknikken. Man kritiserede, at læreanstalten havde tøvet for længe med indførelse af faget. Der var nemlig ingen danske elektroingeniører, selvom der var etableret en række elværker, flere virksomheder med elektrisk belysning, og de elektriske sporveje var en realitet.¹⁸ Man brugte blandt andet fagbladet *Ingeniøren* som talerør.

Læreanstalten havde en lang tradition for undervisning i elektricitet ud fra en naturvidenskabelig forståelse af emnet. Op igennem 1800-tallet viste nye opfindelser, bl.a. telegrafien, at elektricitet og magnetisme havde en nyttig side. På Pariserudstillingen i 1881 vakte de elektriske glødelamper begejstring for det nye elektriske system og viste, at "det elektriske Lys fra nu af begynder at blive Nationernes Fællesej." ¹⁹ Året efter leverede Thomas Edison elektricitet fra Pearl Street Station til kunder i New York. Alt dette fik læreanstalten til at udvide emnet elektricitet i fysikundervisningen med praktiske anvendelser af elektricitet som telegrafi og telefoni i det nye reglement fra 1884.²⁰ Underviserne skrev bøger om emnet. På internationalt plan blev en bachelorgrad i Electrical Engineering udbudt af flere højere uddannelsesinstitutioner fra midten af 1880'erne.

Var elektricitet nu bare et modelune? Mange var begejstrede, mens andre talte imod systemet. Julius Thomsen, medlem af Københavns Borgerrepræsentation, cand.polyt. og senere rektor for læreanstalten, mente, at elektrisk lys var unødvendig luksus. Måske var hans mening i denne sag påvirket af, at gasbelysning på dette tidspunkt var et lukrativt system for kommunen. Men elektriciteten var ved at vinde indpas i det danske samfund, og i 1891 begyndte Københavns første kommunale elværk at generere strøm. I maj 1893 skrev læreanstalten følgende

¹⁷ Lundbye 1929: 234.

¹⁸ Lundbye 1929: 234.

¹⁹ Ibid: 24, Wistoft, Petersen og Hansen 1991: 23.

²⁰ Aarbog 1881-86:193.



*Polyteknikerne lærte også at tegne.
(DTU's historiske samling www.past.dk. Teknologihistorie DTU.)*

til ministeriet: “Den praktiske Anvendelse af den elektriske Strøm har i det sidste Decennium naaet et saadant Omfang og en saa stor Betydning, at den Polytek-niske Lærestalt nødvendigvis maa optage dette Fag i sin Undervisning.” For at understrege det praktiske element i faget skrev man: “... er det en Selvfølge, at Foredraget over Elektroteknik maa holdes af en Praktiker udenfor Lærestaltens faste Lærerpersonele.”²¹ Rigsdagen godkendte i 1894 forslaget med den begrundelse, at elektroteknik “i Løbet af en kort Aarrække har opnaaet en saare vigtig Plads i de praktiske Videnskabers Række.”²² Cand.polyt. og driftsbestyrer ved Gothersgade-elværket Ib Windfeld-Hansen blev ansat som underviser.

Elektroteknikken blev mere og mere udbredt, og lærestalten begyndte arbejdet med at gøre elektroteknik til en selvstændig studieretning. Den 1. februar 1902 efterfulgte Dansk Ingeniørforenings bestyrelsesmedlem G.A. Hagemann Julius Thomsen som direktør for lærestalten, og straks ved sin tiltrædelse tog han sagen op. Industrimanden Hagemann var visionær og handlekraftig, og i efteråret 1902 gjorde han ministeriet opmærksom på “Nødvendigheden af at optage Undervisningen i Elektroteknik som et selvstændigt Led i Ingeniøruddannelsen,“ og at faget ikke kunne undværes på en “tidssvarende teknisk Højskole.”²³

²¹ Aarbog 1892-93: 263.

²² Aarbog 1892-93: 275.

²³ Lundbye 1929: 264.

“Det vilde være et stort Tab for Landet, hvis det elektrotekniske Studium ikke snart indførtes.”²⁴ I foråret 1903 blev den selvstændige studieretning indført med en studietid på 4½ år.

På læreanstalten var man således gået fra at behandle elektricitet alene som et videnskabeligt emne til at undervise nyttige elektroingeniører. Men læreanstalten havde været nølende over for den nye teknologi. Polyteknikere ude i marken og deres professionelle forening spillede en stor rolle for oprettelsen af elektroteknikretningen og styrkede dermed ingeniørernes identitet.

Landboteknisk kemi

Den teknisk-videnskabelige tilgang havde også vundet frem i landbruget efter 1850. Mejerier blev meget udbredte, og løsninger på problemer med mælk blev søgt i bakteriologien. Landbruget var blevet videnstungt og mekaniseret. Det skabte en plads for Den Polytekniske Læreanstalt.

Det landbotekniske område var på læreanstalten i midten af 1800-tallet et lille, kortvarigt fag inden for “Agerdyrkningsvidenskaberne”. Læreanstalten påpegede første gang i 1848 over for ministeriet, at man jævnligt havde “Agerbrugere ved sine Forelæsninger, i Laboratorier og paa Tegnstuen” og derfor gerne ville afhjælpe “et meget føleligt Savn.”²⁵ Da Landmandsforeningen udtrykte ønske om noget af det samme, tillod ministeriet, at man forsøgsvis iværksatte undervisning, som skulle give “teoretisk Indsigt” i agerdyrkningslæren.²⁶ Cand.polyt. B.S. Jørgensen, som var foregangsmand i Danmark inden for både ostefremstilling og landøkonomisk viden, blev forelæser. I 1849 argumenterede læreanstalten for en sammenhæng mellem landbofagligheden og de ønskede bygningsfag. Civilingeniører kunne jo stå for “Engvandingsanlæg og skadeligt Vands Afledning.”²⁷

Under diskussionen af uddannelsessystemet i 1840'erne og 1850'erne drøftede man, om der skulle oprettes et landbrugsakademi.²⁸ Landmandsforsamlingen nedsatte en kommission, som i 1854 blev fulgt op af en regeringskommission. Begge havde B.S. Jørgensen som centralt medlem. Fra flere sider hævdede man, at landbrugsfagligheden lå nærmere en veterinærskoles virksomhed end læreanstaltens. Den 8. marts 1856 underskrev kongen lov om oprettelse af en veterinær- og landbohøjskole, og faget ophørte derfor på læreanstalten i 1859.²⁹ B.S. Jørgensen blev underviser på den nye højskole.

Læreanstalten var ikke glad for situationen. Omkring 1900 gav dog det moderniserede mejeribrug muligheder for nye videnskabelige arenaer. Efter 47 år blev det landbofaglige område igen oprettet på læreanstalten, nu som landbotek-

²⁴ Aarbog 1901-04: 736.

²⁵ Meddelelser 1848-56: 52.

²⁶ Meddelelser 1848-56: 64.

²⁷ Lundbye 1929: 92.

²⁸ Oxenløwe 2006: 65.

²⁹ Ibid.

nisk kemi. Institutionens dynamiske direktør G.A. Hagemann forstod at italesætte ideerne om det moderne samfund. I 1904 foreslog han ministeriet, "at man tager en Sag op til Overvejelse ... som er af særlig Betydning for vort Land". Han mente, at det var på tide at lade de studerende på læreanstalten "faa kendskab til Danmarks største tekniske kemiske Industri".³⁰ Det var landbruget, han hentydede til. Hagemann havde en særlig evne til at udse sig dygtige individer, og han fandt Sigurd Orla-Jensen, som var cand.polyt. og havde en videnskabelig doktorgrad. Han havde arbejdet med mælk og bakteriologi i udlandet og var en oplagt underviser. Ministeriet rådspurgte sig hos Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. Her tilsluttede man sig ideen om, at kemiingeniører burde undervises i landboteknisk kemi, og at faget ville fremme "Danmarks Hovedindustri, Mejeribruget".

Gennem landboteknisk kemi medvirkede læreanstalten til skabelsen af en landbrugsvidenskab i den hybride form mellem det praktiske og det naturvidenskabelige. Faget passede fint til den gennemgribende omlægningsproces i landbruget.³¹ Historien viser også, at det ikke er nok at have et samfundsbehov og en cand.polyt. i en central position for at vinde et fag til læreanstalten. Den havde funderet sig med en bred vifte af nyttige undervisningsfag med direkte forbindelse til udviklingen af det moderne Danmark. Men med hvilke metoder skulle man så undervise?

Undervisningsmetoder

Efter åbningen af Den Polytekniske Læreanstalt skulle man udvikle undervisningsmetoder og et læringsmiljø, der passede med formålparagraffens flotte ord om nyttige kandidater. Gennem de første hundrede år gik man fra en noget passiv stil til at se studenteraktiviteter som vejen til den nyttige ingeniør.

Den tidlige institutions tilgang til ingeniørfaget var domineret af universitetsprofessorernes teoretiske holdning. Professorerne uddannede polyteknikere i deres egne fag, som man uddannede naturvidenskabelige kandidater, og de lagde først og fremmest vægt på at skabe en grundvidenskabelig base. Fysikundervisningen var baseret på teori med demonstrationsforsøg udført af lærerne. Kemikerne havde teoriundervisning og laboratorieøvelser, hvilket var i tråd med praksis på det beundrede l'École Polytechnique. Videnskabshistorikeren Michael Wagner har i 1999 påvist, at for Ørsted var teori nøglen til den praktiske udførelse. Når man havde lært teorien, kom resten "med lethed".³²

Læreanstalten havde en række fag, som var rettet mod polyteknikere. Tegning var en central del af den polytekniske uddannelse og kom til at fylde meget i mange år. Fagene maskinlære og teknologi var helt nye og fik en famlende betydelse. De studerende havde adgang til maskinværksteder, men dette frivillige

³⁰ Aarbog 1904-07: 642.

³¹ Kildebæk 2006: 319.

³² Wagner 1999: 298-299.

tilbud brugte de stort set ikke, hvilket betød, at de studerende på mekaniklinjen ingen øvelser havde med egentlige maskiner. De naturvidenskabelige professorer lod det passere uden at foretage sig noget. I tekniske fag mødte de studerende en helt anden type undervisning med leksikalske beskrivelser af f.eks. værktøj og fabrikation af synåle uden teoridannelse.³³ De studerende fik også forevist en samling af værktøj, varer og produkter til anskuelsesundervisning.³⁴ Men for den studerende må der have været meget langt mellem filene og H.C. Ørsteds romantiske naturlære. Skismaet mellem teori og praksis var medvirkende til, at undervisningen på læreanstalten mødte skarp kritik fra midten af 1800-tallet. Den blev blandt andet anklaget for at være for teoretisk.³⁵

I anden halvdel af 1800-tallet slog den videnskabelige tilgang og teoridannelse igennem i undervisningen på læreanstalten i de tekniske fag. I de nye fag, bygning og teknisk hygiejne, gav underviserne detaljerede beskrivelser af f.eks. værktøj, mens de inddrog fysiske og matematiske teorier.³⁶ Især Colding brugte naturlovene som en stabil kerne i sit arbejde og byggede videre ud fra denne. Undervisningsmetoderne var foredrag, anskuelsesundervisning, ekskursioner, tegning og opmålingsøvelser.³⁷ Kemikerne havde selvfølgelig laboratorieøvelser. Historikerne Jamison og Heymann har som nævnt beskrevet de tre karakteristiske former for europæisk ingeniøruddannelse: den teoridrevne, den praksisdrevne og den hybride form, der omfatter både teori og praksis.³⁸ Læreanstalten udviklede sig imod den hybride form.

Det næste aktive element i undervisningen var frivillige eksperimentelle fysikøvelser i 1883 efter udenlandsk forbillede fra 1870'erne.³⁹ Øvelserne fik fokus på kendskabet til måleinstrumenter og blev obligatoriske.⁴⁰

Samtidig begyndte læreanstalten generelt at efterspørge mere studenteraktivitet. Inden for alle fagområder beskrives øvelser som vejen til virkelighedsnær undervisning. De gjorde den studerende klar til nytte og brug. I et bogværk om undervisningen fra 1910 har alle lærere nytteaspektet som omdrejningspunkt. Eksempelvis skrev H.M. Hansen om fabriksingeniørernes fysikkursus, at det sigtede mod en "saa stærk Berøring med Praksis som muligt". Den studerende fik oplysninger af praktisk nytte og erfaringer, der senere kunne bruges "direkte" i fabrikslaboratorierne.⁴¹

I lang tid havde maskinlæren budt på tegneundervisning som det aktive element. Læreanstalten foreslog i 1892 et krav om et års værkstedserfaring for

³³ Wilkens 1872.

³⁴ Harding 1910: 71-74.

³⁵ Wagner 1999: 371-84.

³⁶ F.eks. Holmberg 1887, Colding 1875.

³⁷ Harnow 1998: 86-89.

³⁸ Jamison et al. 2012: 185.

³⁹ Harding 1910: 9.

⁴⁰ Prytz 1901.

⁴¹ Harding 1910: 14-15.

maskiningeniører. De skulle opnå "Haandfærdighed" i brugen af værktøj. På det overordnede plan ønskede man at omstrukturere uddannelserne til en teoretisk første del og en praktisk orienteret anden del.⁴² Omkring 1900 argumenterede man indgående for flere laboratorier til studenterøvelser, og man var ærgerlig over, at maskiningeniørerne ikke eksperimenterede med virkelige maskiner. Lærestalten henviste til internationale sammenligninger, hvor Danmark skulle være sattet bagud.⁴³ I laboratoriet, i modsætning til værkstedspraktikken, ville den studerende ifølge professor S.C. Borch lære maskiners "Virkemaade" at kende gennem "Maalinger, Undersøgelser og Experimentering", altså empiriske undersøgelser af en mere videnskabelig karakter.⁴⁴ Bevillingerne til de nye laboratorier kom forholdsvis let gennem systemet, og en ny fløj stod klar i 1906.

Når underviserne på lærestalten beskrev studenterøvelserne, var de tæt knyttede til teori. Ofte blev de fremlagt som anvendelse af teori. Det var en lukket praksis. Der var enkelte eksempler på mere selvstændigt arbejde og løsning af opgaver med et heuristisk præg. Her fremhævede man, at forskellige løsninger kunne forekomme.⁴⁵

I begyndelsen af det tyvende århundrede var der således kommet nye undervisningsmetoder til på lærestalten. Der var de klassiske foredrag og anskuel- sesundervisning, men nu var der tillige mange aktive elementer: talrige tegne- øvelser, laboratorieøvelser, værkstedspraktik, opmåling i felten og et stort fokus på brug af instrumenter. I materialelære var der berøring af genstande og materialer. Det er tydeligt, at underviserne ville lære de studerende at finde ind til en stabil og robust kerne af almengyldig viden ved at bruge videnskabelige metoder og teorier. Man kan dog ikke sige, at de alene ville basere ingeniørarbejdet på en slags anvendt naturvidenskab, for samtidig var der træk ved den virkelige verden, der ikke kunne håndteres og kodificeres på denne måde. Som professor E. Suenson skriver i 1911: "Mange af Materialernes Egenskaber er imidlertid saa variable, at der ikke kan siges noget almengyldigt om dem ..."⁴⁶ Derfor havde de studerende brug for at udvikle normative kriterier og dømmekraft gennem øvelser og anskuel- sesundervisning. Underviserne mente, at de studerende skulle udvikle instinkt, fornemmelse, sans og håndfærdighed.⁴⁷ Dog blev forklaringerne noget mere luftige, når underviserne kom ind på dette område. Det var tilsyneladende i kombinationen af teori og fornemmelse, at man blev nyttig, men underviser- ne så tilsyneladende ikke dette som et skisma. Det var ingeniørvidenskab, og den dygtige ingeniør beherskede denne hybrid.

⁴² Aarbog 1892-93: 268.

⁴³ Rigsarkivet. Danmarks Tekniske Universitet, lærerrådet.

⁴⁴ Aarbog 1901-04: 1151-52.

⁴⁵ Harding 1910: 46-50.

⁴⁶ Suenson 1911: 1.

⁴⁷ Harding 1910, Suenson 1911.

Konklusion

I 1929 kunne Den Polytekniske Læreanstalt fejre sin 100-års fødselsdag som en central institution i det danske uddannelseslandskab. Selvforståelsen og identiteten var på plads. Bag lå en lang sej kamp, hvor læreanstalten kæmpede for sin plads i uddannelsessystemet. Polyteknikerne gik fra at være mærkværdige og ubrugelige kandidater til nyttige ingeniører med en helt naturlig og meningsfuld plads i udviklingen af det moderne danske samfund. I kombinationen mellem videnskab og praktisk viden kunne polyteknikerne løse komplekse samfundsproblemer med teknologi.

Efter 1850 fik læreanstalten fodfæste på en række forskellige områder og dækkede efterhånden en bred vifte af nyttige fagligheder. De fire fag, vi har set på her, har forskellige historier. Fælles for dem alle er, at der var et følt behov i samfundet. Bygningsfaget kæmpede man længe for og overvandt modstanden bl.a. ved at mobilisere inden for egne rækker og slå på lærerens universitetsstatus. For den tekniske hygiejne var der nærmest fredelig symbiose mellem et så sige beskidt samfundsproblem og læreanstalten som formidler af nyttig viden. Undervisningen i elektroteknik fik læreanstalten, men man nølede, indtil ingeniørerne ude i marken pressede på. Landbofagene forsøgte læreanstalten aktivt at få ind, men man mistede fagene til den nye landbohøjskole. Da videnskab kom til at spille en stadig større rolle i landbruget, fik læreanstalten en indgang til fagområdet. Idéer om nytte, videnskab og samfundets tarv står således centralt i fortællingen.

Nye aktører kom i spil. Underviserne skulle være polyteknikere med praktisk erfaring. Denne kombination var vigtig for at skabe nyttige kandidater. Praktikere fik også del i magten i lærerrådet på læreanstalten i 1884, og det viser en anerkendelse af praktisk og teknisk viden. Næringslivet og offentlige administrationer kom til at spille en vigtig rolle i udviklingen af institutionen, og da kandidaterne herfra vandt frem i industrien, i den offentlige administration og som undervisere på læreanstalten, blev det en cirkelslutning. Læreanstaltens egne kandidater fik større og større stemme i udviklingen af de tekniske videnskaber. Man var med til at definere den teknisk videnskabelige udvikling.

Den Polytekniske Læreanstalts undervisning gik fra en noget passiv stil til at betragte studenteraktivitet som centralt for at blive en nyttig ingeniør. Man blev ved med at dyrke en videnskabelig kerne, men søgte samtidig at gøre de studerende nyttige ved at lære dem at håndtere det, der ikke kunne begribes gennem videnskabelige metoder. De skulle være mæglere mellem naturvidenskab og anvendelse.

English abstract

The Danish Polytechnic School opened in 1829 with a clear purpose of educating young people to become useful. After 1850 the polytechnic school expanded the number of study programmes. It reached for civil engineering in competition with the military engineers. But the school mobilized the newly emerged engineering community as well as the scientific ethos. The horrendous sewage is-

sues of growing cities spurred councils into hiring engineers from the school. The subject technical hygiene was quickly and peacefully adopted by the Danish Polytechnic School. At first the school was rather reluctant to take on electrical engineering, but working engineers applied pressure and the school was won over. The Danish Polytechnic School advanced on agriculture, but lost the topic to another institution. Much later the rise of scientific agriculture helped reintroducing agricultural chemistry at the school. The engineers turned into an influential group of with a clear identity as useful representatives of engineering science in a wide range of topics. Educational methods moved from a passive style in many subjects to seeing hands-on teaching as the key to usefulness. In teaching scientific methods and knowledge were presented as a stable core. But student exercises were also meant to help students develop normative criteria for decision making for issues, which were perceived as beyond science.



Annette Buhl Sørensen, f. 1963, cand.mag. i historie fra Københavns Universitet 1997. Ansat i Teknologihistorie DTU ved Danmarks Tekniske Universitet med arbejdsopgaver som f.eks. udarbejdelse af undersøgelser af personer, fag, laboratorier m.m. samt generel historieformidling i fagblade, bl.a. "Da kvinderne indtog ingeniørstudierne" i Aktuel Naturvidenskab 2, 2014. Kontakt: Danmarks Tekniske Universitet: abuh@fysik.dtu.dk



Laila Zwisler, f. 1972, cand.scient. i de eksakte videnskabers historie fra Aarhus Universitet 2000. Gruppetleder for Teknologihistorie DTU ved Danmarks Tekniske Universitet. Arbejder med teknisk akademisk kulturarv og de tekniske videnskabers historie, med særligt fokus på DTU. Vigtigste artikler er serie om DTU's historie i Dynamo samt Collecting cultural heritage at the Technical University of Denmark (2013). Kontakt: Danmarks Tekniske Universitet: lazww@fysik.dtu.dk

Kilde- og litteraturliste

Utrykt materiale

Rigsarkivet (RA)

Danmarks Tekniske Universitet, lærerrådet

Udvalget vedrørende oprettelse af tekniske lab. 1900, Udvalgssager m.m. B- 1740

Tapdrup, Jan, (2008) <http://www.historie.dtu.dk/tidslinie/1847LANG>, tilgæet 19. september 2015

Litteratur

- Anderson, R.D. (2006), *European Universities from the Enlightenment to 1914*. Oxford: Oxford University Press. 2nd edition.
- Andreasen, A.H.M. red. (1954), *Den polytekniske Læreanstalt, Danmarks tekniske højskole, oversigt over udviklingen i de sidste 25 år og den nuværende virksomhed, udarbejdet i anledning af 125 året for højskolens oprettelse*. København: Jul. Gjellerups forlag.
- *Beretning om den polytekniske Læreanstalt i Undervisningsaaet fra 1. August 1908 til 31. Juli 1909*. København: J. H. Schultz.
- Cedergreen, Sv. red. (1981), *Dansk Biografisk Leksikon*, 3. udg. København: Gyldendal.
- *Den Polytekniske Læreanstalt. Samlinger, Laboratorier m.m.*. København 1910
- Harnow, Henrik (1998), *Den Danske ingeniørs historie 1850-1920*. Aarhus: Forlaget Systime A/S.
- Hessenbruch, Arne (2007), The Making of a Danish Kantian: Science and the new Civil Society. I R. M. Brain, R. S. Cohen and O. Knudsen (eds.), *Hans Christian Ørsted and the Romantic Legacy in Science*. Boston: Springer.
- Holmberg, L.F. (1887), *Lærebog i Jordarbejde og Fundering*. Kjøbenhavn
- Jamison, Andrew & Heymann, Matthias (2012): Historical Tensions in Engineering Education: European Perspectives. I S.H. Christensen (ed.), *Engineering, Development and Philosophy*. Philosophy of Engineering and Technology 11. Springer.
- Jespersen, R. (1930), *Beretning om den polytekniske Læreanstalts 100-Aars Fest*. København: Dansk Ingeniørforening
- Jørgensen, K.O.B. (1986), *Danske foregangsmænd indenfor teknik og naturvidenskab*. København: Strandbergs Forlag
- Kildebæk Nielsen, Anita (2008), Indledning - Til erindring om Sigurd Orla-Jensen. I: *Dansk bioteknologi i det 20. århundrede*. København: Nyt Teknisk Forlag 2008.
- Kristensen, Johs. (1942), *Dansk Ingeniørforening gennem 50 Aar, 1892-1942*. København: Det Berlingske Bogtrykkeri.
- Lindegaard, Hanne (2001), *Ud af røret? Planer, processer og paradokser omkring det Københavnske kloaksystem 1840-2001*. Ph.d.-afhandling, Danmarks Tekniske Universitet.
- Lindegaard, Hanne (2003), Ud af røret. I *Den jyske Historiker* nr. 102-103.
- Lundbye, J.T. (1929), *Den polytekniske Læreanstalt 1829-1929*. København: G.E.C. Gad.
- Marstrand, Vilhelm (1929), *Ingeniøren og Fysikeren Ludvig August Colding*. København: Danmarks naturvidenskabelige Samfund.
- *Meddelelser ang. Kjøbenhavns Universitet, den polytekniske Læreanstalt, Sorø Akademi og de lærde Skoler med dertil hørende Realundervisning i Kongeriget Danmark for Aarene 1848-1856*. København: Gyldendal.
- Nielsen, Anita Kildebæk (2006), Landbrugskonsulenten. I Peter C. Kjærgaard (red.): *Dansk Naturvidenskabs Historie, bd. 3: Lys over landet*. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.
- Oxenløwe, Ragna Heyn (2006), Bygninger, politik og penge. I Peter C. Kjærgaard (red.): *Dansk Naturvidenskabs Historie, bd. 3: Lys over landet*. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.
- Prytz, K. (1901), *Hovedtrækkende af de vigtigste fysiske Maalemetoder*. København.
- Steen, Adolph (1879), *Den polytekniske Læreanstalts første halvhundredede Aar, 1829-1879*. Kjøbenhavn: Bianco Lunos Bogtrykkeri.
- Suenson, E. (1911), *Byggematerialer*. København.
- Suenson, E. (1948), *Byggematerialer IV*. København
- Tychsen, V.E. (1893), *Fortifikations-Etaterne og Ingenieurkorpset 1684-1893*. Kjøbenhavn: Axel E. Aamodts litogr. Etabl. & Bogtrykkeri
- Wagner, Michael F. (1999), *Det polytekniske gennembrud. Romantikens teknologiske konstruktion 1780-1850*. Aarhus: Aarhus University Press.
- Wilkens, J. (1872), *Mekanisk Teknologi*. Kjøbenhavn.
- Wistoft, Birgitte, Petersen, Flemming og Hansen, Harriet M. (1991), *Elektricitetens Aarhundrede, Dansk elforsynings historie, bind 1, 1891-1940*. Danske Elværkers Forening.
- *Aarvog for Kjøbenhavns Universitet, den polytekniske Læreanstalt indeholdende Meddelelser for de akademiske Aar 1864-71, 1881-86, 1892-93, 1892-95, 1901-1904, 1904-1907 og 1907-10*. København.