

## *Elektroteknikkens danske barndom: En videnshistorisk analyse*

AF LOUISE KARLSKOV SKYGGEJERG

---

SLAGMARK #81  
SIDER: 95-113

Det er svært at forestille sig en dansk hverdag anno 2020 uden stikkontakter og batterier. Derfor gør det også en stor forskel, når strømforsyningen svigter (Nye, 2010). I Danmark hører den slags til sjældenhederne, for vi har bygget stabile systemer og har en hel hær af specialuddannede folk, der får strømmen til at flyde. Denne artikel handler om dengang strømmen for alvor begyndte at sætte sit præg på danskernes hverdag, og nye kompetencer blev nødvendige.

Den historie er fortalt på mange andre måder før. I traditionen fra teknologihistorikeren Thomas Hughes er der skrevet elektricitetshistorie med udgangspunkt i systembyggere og elværker (Hughes, 1983; Wistoft et al., 1991). Andre har haft fokus på brugerne (Gooday, 2016; Nye, 1992; Olesen & Thorndal, 2004), mens andre har skrevet om opfindelser, virksomheder og nye brancher (Buhl, 2005; Hansen, 1990; U. Jørgensen, 1986). Elektroteknikken har også været berørt i ingeniør- og uddannelseshistorien (Harnow, 1998, s. 156–162; Zwisler & Sørensen, 2015, s. 35–37). I denne artikel er afsættet i stedet cirkuleringen af viden, og formålet er at undersøge elektroteknikken som et *videnslandskab*.

Artiklens hovedfokus er 1900-tallets første årti. Det var i den periode, at elektrificeringen af Danmark fik sit gennembrud i en sådan grad, at byråds kandidater lod sig opstille som elektricitetsvenner. Antallet af elværker voksede stærkt, elek-

tromotorer bredte sig i industrien, og nye uddannelser kom til. I 1907 kunne Ib Windfeld-Hansen, der arbejdede ved de københavnske elværker, hævde, at elektriciteten i København var ved at blive demokratiseret og udbredt til de små hjem. Elektrisk belysning var ikke længere blot en luksus for butikker, restauranter, teatre og større lejligheder. På landet, mente ingeniør P.A. Pedersen i 1911, var folk blevet rent gale efter elektricitet. Der skød landelektricitetsværkerne frem som paddehatte efter regn. En forudsætning for denne udvikling var tilstrækkeligt med folk med viden om elektroteknik (Eriksen, 1995, s. 132; Gelardi, 1940b, s. 121, 140–142; Scharnberg, 1968, s. 91, 127–128).

I det følgende præsenterer jeg det vidensbegreb, artiklen bygger på. Derefter fortælles historien om elektroteknikkens danske barndom med fokus på spørgsmålene: Hvilke behov for viden var der? Hvordan cirkulerede den viden, der var tilknyttet elektroteknikken? Og hvilke forestillinger om nutiden og fremtiden lå der til grund?

#### VIDEN SOM SITUERET HVERDAGSPRAKSIS

Inspireret af videnshistorien opfatter jeg viden som noget, der skabes og cirkulerer i den konstante interaktion mellem heterogene aktører. Viden forstås dermed performativt som en praksis, der udspiller sig i tid og rum. Det betyder bl.a., at hvert samfund har sit eget *videnskort*, der har betydning for, hvad der anses for rigtigt og fornuftigt, og hvad der virker mystisk eller illegitimt (Fleck, 1979; Jacob, 2017, s. 86–88; Secord, 2004, s. 665).

At viden cirkulerer, betyder ikke, at den er stedløs. Den er ikke noget immaterielt frit svævende i luften, men tværtimod altid situeret og indlejret i konkrete ting, personer, fællesskaber og institutioner (Bartsch et al., 2017, s. 3; Jacob, 2017, s. 87; Sarasin, 2011, s. 166). Når viden på denne måde forstås som en situeret hverdagspraksis indlejret i kroppe og andre fysiske genstande, kan indretningen af et laboratorium fungere som kildemateriale til videnshistorien på samme måde som fx udkast til læreplaner. Når jeg i det følgende beskæftiger mig med de fysiske forhold på forskellige uddannelsessteder, er det derfor ud fra en erkendelse af, at de rum, maskiner og øvrige faciliteter, undervisere og studerende kunne benytte, afspejlede nogle bestemte forestillinger om, hvad der var relevant viden at undervise i. De havde med andre ord betydning for, hvordan viden blev produceret og cirkuleret.

Jeg følger historikeren Philipp Sarasins forslag om et fokus på vidensaktører som en måde at studere videnshistorie på (Sarasin, 2011, s. 167–169), men inspireret af aktør-netværk-teori fokuserer jeg altså ikke bare på mennesker, men også på non-humane aktører (se fx Latour, 1992, 2007; Sayes, 2014). På den ene side er udfordringen ved den tilgang afgrænsningen, for emnet bliver næsten uendeligt, når aktører også er tekster (som lærebøger og love), ting og rum (som dynamoer og laboratorier), uddannelser, forestillinger osv. På den anden side opfatter jeg det netop som en af videnshistoriens styrker, at den lægger op til et bredt fokus og en fleksibel tilgang til, hvor og hvordan viden produceres og cirkuleres.

Emnet bliver ikke mindre af, at jeg også vil studere viden uden for, hvad vi traditionelt opfatter som videnssteder, såsom universiteter. Selv om jeg empirisk begynder hos Polyteknisk Lærestanstalt, er mit ærinde nemlig ikke at studere elektroteknikken som en videnskab, men at studere viden som en praksis, der foregår i et *videnslandskab*. Her er altså ingen simpel tese om en ren videnskab, der går forud for dens anvendelse (se fx Bud, 2012). Det gør Danmark til en velegnet case, fordi det er relativt nemt at komme uden om et fokus på videnskabelige gennembrud og nye opfindelser, selvom man kunne nævne folk som Søren Hjort, Valdemar Poulsen og Peder Oluf Pedersen i en sådan sammenhæng (se fx Buhl, 2005). Samtidig var landets elektrotekniske miljø i begyndelsen af 1900-tallet lille og relativt overskueligt.

Konceptuelt foretrækker jeg *videnslandskab* frem for begrebet *videnskort*, som videnshistorikeren Christian Jacob nævner i forbindelse med pointen om, at hver kultur og hver historisk periode adskiller sig med hensyn til, hvordan der skelnes og vurderes mellem forskellige former for viden som fx akademisk, sekterisk, generel og specialiseret viden (Jacob, 2017, s. 86). Ordet kort signalerer nemlig noget ordnet og veldefineret, hvor man finder vej ad velafgrænsede veje, mens et landskab er langt mere rodet. Begrebet inkluderer i højere grad den kompleksitet, jeg finder i de empiriske studier af elektroteknikken.

I det følgende er min analyse fokuseret omkring uddannelse i elektroteknik, hvilket gør lærebøger, laboratorier og undervisningsplaner til et centralt kildemateriale. Det er dog vigtigt at understrege, at materialet ikke nærstudies med henblik på at fortælle undervisningens historie. Valget er taget for at afgrænse projektet og af kildemæssige grunde. Artiklen kunne lige så vel være begyndt hos virksomheder eller brugere, for den elektrotekniske viden havde ikke et naturligt centrum på

uddannelsesinstitutionerne. Den cirkulerede og forandredes, som det vil fremgå, i komplekse netværk.

#### BEHOV FOR PRAKTIKERE

Den nytiltrådte direktør, Gustav Adolph Hagemann, er ofte blevet tilskrevet en afgørende rolle i forbindelse med oprettelsen af en elektroteknisk uddannelse på Polyteknisk Læreanstalt i 1903, bl.a. fordi han personligt betalte for et midlertidigt laboratorium og nye lærerkræfter (Larsen, 1916, s. 58; Lundbye, 1929, s. 264). Når det analytiske udgangspunktet er videnscirkulation frem for person- eller institutionshistorie, bliver historien om Hagemann dog mindre central, mens det afgørende bliver at se på, hvordan den viden, de nye elektroingeniører skulle have, passede ind i det *videnslandskab*, der aftegnede sig på det pågældende tidspunkt. Hvad var behovet for viden, hvilke konkurrerende uddannelser var på banen, og hvilke forestillinger om fremtiden indgik i planlægningen af den nye uddannelse? Og hvad skulle der til af faciliteter for at gennemføre uddannelsen i praksis?

Da Polyteknisk Læreanstalt gik i gang med at planlægge den elektrotekniske ingeniøruddannelse argumenterede man med, at det var urimeligt, at unge, der ville være elektroteknikere, måtte til udlandet, når man tilbød fuldstændige ingeniøruddannelser på andre af de for landet vigtige områder. Man fandt, at der var et stort behov for teoretisk og praktisk uddannede mænd til anlæg af elektricitetsværker og til drift af de mange virksomheder, der efterhånden anvendte elektricitet. Faktisk frygtede man mangel på sagkundskab i Danmark, hvis de udenlandske læreanstalter begyndte at begrænse adgangen eller helt spærre for udlændinge (Borch et al., 1900; Matzen, 1905).

Der blev lagt stor vægt på, at der skulle være tale om en praktisk uddannelse, der kunne modsvare behovet for praktikere. Professor i fysik, Peter Kristian Prytz, der skubbede på for at få oprettet den elektrotekniske retning på Polyteknisk Læreanstalt, mente i 1901, at undervisningen i elektroteknik skulle bestå af forelæsninger, konstruktionsøvelser og laboratorieøvelser. Forelæsningerne skulle "uden Undtagelse [omfatte] Æmner af praktisk Betydning, idet der bygges paa det theoretiske Grundlag, som er erhvervet ved Fysikundervisningen". Konstruktionsøvelserne skulle omfatte konstruktion med tilhørende beregninger af dels maskiner og apparater, dels industrielle elektriske anlæg. Hovedvægten skulle lægges på

laboratoriearbejde, altså arbejde med de “i Praxis hyppigst anvendte Maskiner og Instrumenter under Forhold, som komme de industrielle saa nær som mulig” (Matzen, 1905, s. 1152–1153).

Det var ikke nyt at undervise i elektroteknik på Polyteknisk Lærestanstalt, hvor Windfeld-Hansen siden 1893 havde holdt forelæsninger over emnet. Han var uddannet bygningsingeniør, men havde skaffet sig viden om elektroteknik gennem selvstudier, studierejser og ikke mindst gennem sit arbejde med etableringen af Københavns første offentlige elværk. Da elektroteknik blev et obligatorisk fag i 1896, ønskede man netop forelæsningerne holdt af “en Praktiker udenfor Lærestaltens faste Lærerpersonele” (Goos, 1894, s. 263), og det blev Windfeld-Hansen frem til 1909 (Goos, 1894, s. 263–268; Harnow, 1998, s. 150–157; Ingeniøren, 1913).

I 1894 udkom Windfeld-Hansens forelæsninger, og de giver et indtryk af, hvad det var for en viden, der var i fokus. Ifølge Windfeld-Hansen kunne “Læren om de elektriske Strømme og de paa disse grundende Maskiner og Apparater” opdeles i tre emner: elektriske strømme med ringe styrke og forholdsvis lav spænding, samt disses anvendelse i telegrafi og telefoni; strømme med stor styrke og lav spænding, som de blev anvendt i galvanoplastikken og elektroteknikken, og endelig strømme med stor styrke og høj spænding, hvilket indeholdt læren om elektrisk lys og kraftoverføringsmaskiner. Grænsen var ikke skarp, men forelæsningerne skulle handle om sidstnævnte, altså stærkstrøm. Det indbefattede ikke mindst viden om dynamoer, men også om elektromotorer, transformatorer, akkumulatorer, ledninger og lidt om glødelamper, buelamper, sporvogns- og centralstationsdrift (Windfeld-Hansen, 1894). Det var altså ikke det elektrotekniske *videnslandskab* i hele sin bredde, der var i fokus, men netop den viden, der skulle til for at sikre en stabil strømforsyning. Altså den viden, der gjorde, at man kunne levere og bruge elektricitet til belysning og transport og som kraftkilde i virksomhederne.

Det var i øvrigt ikke kun ingeniørstuderende, men også praktikere, som urmageren Lauritz Knudsen, der lyttede med ved forelæsningerne. Knudsens virksomhed leverede materiel til elektrisk belysning i togene i 1890'erne og kom også til at fabricere ting som modstande, fordelingstavler, buelamper, dynamoer, elektromotorer og akkumulatorer – og de elektriske dele til Danmarks første elbil (H. Jørgensen, 1957). Kort sagt mange af de ting som elektroteknikerne arbejdede med.

## INSTITUTIONALISERING AF DEN ELEKTROTEKNISKE VIDEN

I elektroteknikkens barndom prøvede man sig i høj grad frem. I slutningen af 1890'erne arbejdede man fx hos Lauritz Knudsen med at forbedre nogle hovedsikringer, der gav driftsforstyrrelser i elforsyningen. Man havde som isolationsmateriale brugt marmor, men det viste sig uegnet, fordi marmor i de fugtige kældre, hvor sikringerne ofte sad, sugede fugtighed og blev ledende (H. Jørgensen, 1957, s. 9). Meget viden blev på denne måde skabt gennem praktiske erfaringer.

Man fik også tingene til at fungere ved at hente kompetencer mange forskellige steder fra. Ved de tidlige elektrotekniske anlæg blev der fx brugt snedkere og blikkenslagere til indendørs arbejde, mens sømænd, der var vant til at klatre i master, egnede sig til at trække ledninger. Ofte benyttede man udenlandske montører, som blev suppleret med såkaldte hjælpemontører rekrutteret blandt smede, metalarbejdere og andre, der kunne have lyst til at beskæftige sig med det nye arbejdsområde elektroteknik (Gelardi, 1940b, s. 166; Kemp & Lauritzen, 1932, s. 12).

Man trak altså på viden fra andre fag og på udenlandsk arbejdskraft, men efterhånden som elektroteknikken voksede som et praktisk arbejdsfelt, var der behov for andet og mere, og Polyteknisk Læreanstalt var ikke alene om at ville undervise i elektroteknik. Da læreanstaltens direktør, Julius Thomsen, i 1901 bad ministeriet om lov til at oprette en elektroteknisk retning, fik han til svar, om ikke den private skole Læreanstalt for Elektroteknik bare kunne få statstilskud og løse den opgave. Det mente man selvfølgelig ikke på Polyteknisk Læreanstalt, hvor man ikke havde lyst til at miste sit monopol på højere teknisk uddannelse. Man svarede, at man ville uddanne elektroingeniører, der kunne udarbejde forslag til og lede driften af større elektriske anlæg. Det krævede en teoretisk fordannelse, som konkurrenten ikke leverede. Lidt nedladende lod man forstå, at konkurrentens uddannelse blot svarede til "Gas- og Vandmesterstillingen paa Gas- og Vandvæsenets Omraade" (Matzen, 1905, s. 1156). En praktiker var altså ikke bare en praktiker, men mange forskellige ting (Harnow, 1998, s. 157–158; Matzen, 1905, s. 1156).

På Læreanstalt for Elektroteknik havde man fra 1896 udbudt et søndags- og aftenkursus i elektroteknik for elever med håndværksmæssig uddannelse, og siden havde man udviklet en 3-årig fuldtidsuddannelse (Den Tekniske Forening, 1901; Gelardi, 1940a, s. 91–92). I skolens program for 1899 skrev man, at elektroteknikken ikke var så udviklet i Danmark som i udlandet, dels fordi de industrielle virk-

somheder var mindre, dels fordi der manglede teknikere med velfunderede kundskaber i teori og praksis. Den udbudte uddannelse skulle derfor være et tilbud til unge, der ville uddanne sig som elektroteknikere, "hvis Opgave særlig bestaar i at konstruere og fremstille elektriske Apparater, Maskiner, Anlæg eller Dele af samme efter egne Planer og Tegninger, saaledes at han vil være Maskinteknikerens eller Ingeniørens naturlige allierede paa dette specielle Omraade" (Lublin, 1899, s. 3–4).

Undervisningen på skolen handlede om belysnings- og kraftoverføringsanlæg med tilhørende beregning og konstruktion af maskiner og ledningssæt. Ud over teoretisk undervisning og tegneundervisning skulle eleven gennemgå en "fuldstændig Værkstedspraxis paa vore efter Nutidens Fordringer vel monterede, mekaniske Værksteder med elektrisk Drivkraft". Målet var ikke at gøre eleverne til "Mekaniker-svende", man at give dem praktisk færdighed, så de kunne bedømme et arbejde med hensyn til udførelsen, tidsforbruget og fremstillingsmåden, så de ikke ville udføre helt eller delvis umulige konstruktioner (Lublin, 1899).

Da det viste sig, at man faktisk havde svært ved at give eleverne en tilstrækkelig god værkstedsuddannelse, indgik man et samarbejde med virksomheden Titan, så eleverne hver anden dag skulle arbejde i Titans værksteder og hver anden dag modtage undervisning på skolen (Gelardi, 1940a, s. 94).

En af dem, der gik på Lærestalt for Elektroteknik fra 1898, var den læreruddannede Peder Andersen Fisker, og han fandt værkstedsundervisningen decideret dårlig – med dårlige maskiner og uden noget ordentligt at lave. Elektrisk belysning havde skolen ikke, og den elektromotor, der drev et par værkstøjsmaskiner, gnistrede efter Fiskers erindring så forfærdeligt, at mange var bange for at starte den. En stor vægt på praksis krævede faciliteter, som skolen havde svært ved at finansiere.

I 1905 foreslog en ministeriel kommission et 2-årigt kursus i elektroteknik for dem, der allerede havde en 4-årig praktisk uddannelse. Det skulle være en teoretisk uddannelse, der gjorde dem "skikkede til Konstruktører, Installatører eller Arbejdsledere ved elektriske Anlæg". Forslaget blev gennemført i 1908 på Det Tekniske Selskabs skole, hvorefter Lærestalt for Elektroteknik, der økonomisk havde det svært, blev overtaget af den. Kommissionens tanke med de nye elektroteknikere var, at de skulle være et teknisk mellemlag mellem kandidaterne fra Polyteknisk Lærestalt og håndværkerne, men det blev mere broget i praksis (Gelardi, 1940a, s. 95; Nørregaard, 1945, s. 17–20).

På det tidspunkt underviste man allerede i elektroteknik på flere tekniske skoler. På Aarhus Tekniske Skole havde maskinskolens elever fået undervisning i elektroteknik fra 1901. I 1905 havde man indrettet et jævnstrømslaboratorium, i 1911 kom en 2½ årig uddannelse for elektroteknikere, og i 1915 oprettede man et egentligt elektroteknikum. I Helsingør havde den tekniske skole også undervist i elektroteknik siden 1901 (Nørregaard, 1945, s. 22–25).

Der var også andre udbydere af undervisning i elektroteknik. Med den begrundelse, at kendskab til elektroteknik var blevet en uundværlig faktor i en række stillinger og virksomheder, oprettede Teknologisk Institut i 1911 et aftenkursus for elektrikere, maskinpassere og andre, der havde med elektriske anlæg at gøre. Undervisningen skulle ikke kun være for begyndere, men også for de, der allerede arbejdede som selvstændige montører, overmontører, maskinmestre m.m. *Lommebog for Elektrikere*, der indeholdt en del af undervisningsmaterialet og andet relevant stof, skulle være en nem måde midt i den daglige praksis at skaffe oplysninger om dynamoer, akkumulatorer, motorer, lamper, ledninger og apparaters ejendommeligheder, anvendelighed, undersøgelse osv. (Blem, 1911). Kurset og lommebogen understreger det store behov for, at folk, der arbejdede med elektroteknik, kunne få udvidet og opdateret deres viden løbende, gerne midt i arbejdet.

Der blev også oprettet et kursus for landelektrikere på Askov Højskole, hvor Poul la Cour længe havde eksperimenteret med vindmøller. Han så vind-elektricitetsværker som en god løsning på landet, fordi pasningen ikke stillede store krav om tid og evne, og fordi landbefolkningen boede for spredt til, at den kunne forsynes med elektricitet fra den slags jævnstrømscentraler, der forsynede byerne. I 1903 blev Dansk Vind Elektrisitet Selskab stiftet, og det spredte viden om vindelektricitet gennem foredrag, et tidsskrift, korte kurser for ejere og passere samt kurset på tre måneder for landlige elektrikere, smede, hjulmænd osv. (la Cour, 1904, s. 221, 226; Wistoft et al., 1991, s. 153–155).

En af de ting, der ændrede sig i det elektrotekniske *videnslandskab* i 1900-tallets første årti var altså oprettelsen af en række vidt forskellige uddannelser. Den elektrotekniske viden blev på den måde institutionaliseret og tilknyttet bestemte steder med forskellige fokuser og faciliteter. Den blev indlejret i bestemte institutioner. I 1890'erne havde det kun været få firmaer, der oplærte elektrikere, og læretiden var uden løn og mod betaling. Elektriker blev opfattet som en bibeskæftigelse, og elektroingeniør kunne man endnu ikke blive i Danmark. Hvis det havde ens interesse,



måtte man dengang uddanne sig i Tyskland (Boje et al., 2011; Wistoft et al., 1991). I 1910'erne var der derimod en voksende vifte af elektrotekniske uddannelser at vælge imellem.

Ud over de mange nye uddannelser var en vigtig kilde til praktisk kunnen de rejser, mange tog på, og de erfaringer, de fik fra arbejde i forskellige virksomheder i ind- og udland. Fisker havde for eksempel efter uddannelsen på Lærestalt for Elektroteknik planlagt at rejse til Tyskland for at lære mere, men i stedet fik han arbejde i USA, hvor han tegnede elektromotorer og dynamoer. Efter nogle år vendte han hjem og arbejdede et års tid som konstruktør hos Thrige i Odense, inden han i 1906 begyndte sin egen fabrikation af elektromotorer. Det blev til virksomheden Fisker & Nielsen og ikke mindst Nilfisk støvsugerens (Fisker, u.å., s. 96–143; Schönberg-Hansen, 1901).

Der var også fortsat danskere, der rejste til Tyskland og særligt til Mittweida for at få en ingeniøruddannelse i elektroteknik (Boje et al., 2011, s. 36–38). Mange år efter fremhævede man i et jubilæumsskrift for Ingeniør-Sammenslutningen betydningen af, at “saa mange unge Ingeniører i Overgangsaaene *søgte til Udlandet for at samle Erfaring paa de bedste Læresteder*” (Nørregaard, 1945, s. 201).

#### BEHOV FOR NYE FACILITETER

De mange nye uddannelser havde fokus på at uddanne praktikere, men de var forskellige, når det gjaldt, i hvor høj grad de forventede, at de studerende skulle kunne konstruere ting og løse konkrete problemer, og hvor meget de skulle arbejde mere overordnet med planlægning og ledelse. Praktisk viden om elektroteknik, forstået som viden om, hvordan man gør noget, var mange forskellige ting.

På Lærestalt for Elektroteknik skulle man først lære at smede sit værktøj, tilfile og bruge det, betjene arbejdsmaskiner og dernæst lære at bygge mindre dynamoer og elektromotorer (Lublin, 1899, s. 10–11). På Polyteknisk Lærestalt skulle man knap så langt ned i det konstruktive arbejde. Da Erik von Holstein-Rathlou fra Københavns Elektricitetsværker i 1911 udgav sine forelæsninger over elektroteknik på Polyteknisk Lærestalt, skrev han bl.a.

Mine Tilhørere! Det er ikke Mening, at disse Foredrag skal indeholde nogen henvisning til at kunne konstruere Maskiner eller Lamper eller andre Apparater. Derimod er det Mening, at De

## SKYGGEBJERG

ved Hjælp af de Kundskaber, De her kan faa, skal blive sat i Stand til at vurdere de elektriske Maskiner og Apparater, som findes paa Markedet, og som De utvivlsomt en Gang før eller senere vil komme til at staa overfor i Deres Praksis. De skal kunne se, om De i et givet Tilfælde vil have Fordel af at anvende en Seriemotor, eller om en Stuntmotor maaske vil være heldigere. De skal kunne vurdere, om det vil kunne betale sig for Dem, naar De staa som Leder eller som ansvarlig Ingeniør for en Fabrik, at gaa ind paa et Tilbud om at købe højspændt Strøm fra Kraftledninger i Nærheden, eller om vedkommende Selskab, der driver Kraftledningerne, ikke muligvis vil søge at udnytte Dem (Holstein-Rathlou, 1911, s. 2).

Selvom de ingeniørstuderende altså ikke i så høj grad skulle kunne konstruere ting og løse praktiske problemer som de studerende på de kortere uddannelser, var det stadig den praktiske anvendelse af elektroteknik, der stod i centrum for undervisningen. Det teoretiske forventede man, at de studerende havde fået styr på i fysikundervisningen.

Alt i alt afspejlede de nye uddannelser, at der var behov for mange forskellige kompetencer i et samfund, der i stadig højere grad tog elektriciteten i brug. Der var både brug for folk, der selv kunne bygge en dynamo og for folk, der kunne gennemskue en leverandørs udbud. Et årti inde i det nye århundrede var situationen således, at der var forskellige uddannelser, der sigtede mod forskellige jobfunktioner og positioner i det elektrotekniske *videnslandskab*. Men alle havde de fokus på det, som Aristoteles kalder for *techne*, altså viden som et middel eller instrument og det, som Gilbert Ryle kalder *vide-hvordan* til forskel fra *vide-at* (Aristoteles, 1995; Gustavsson, 2001, s. 100–102; Ryle, 1946).

Når vægten i den grad blev lagt på praksis på de forskellige uddannelser, var det nødvendigt med nye faciliteter. På Polyteknisk Lærestanstalt bad Thomsen i 1901 Prytz om at uddybe et forslag om et elektroteknisk laboratorium. Thomsen ønskede

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 (Larsen, 1928, s. 458).

Man havde allerede i forbindelse med 1890'ernes undervisning i elektroteknik fået lagt strøm ind i det fysiske laboratorium fra det kommunale elværk, ligesom man havde investeret i en dynamo og andet udstyr, så maskiningeniørerne kunne lave

elektriske øvelser (Larsen, 1928, s. 457). Nu skulle der langt mere til, men som det fremgår af citatet, var det ikke videnskabelige interesser og forskning, der kunne føre til ny viden om elektroteknik, disse faciliteter skulle bruges til og understøtte, men oplæringen af praktikere. Forestillingen om et stort samfundsmæssigt behov for praktikere gennemsyrederne planerne for det elektrotekniske laboratoriums indretning.

Så snart der i 1903 var givet tilladelse til at oprette elektroingeniørstudiet, blev der indrettet et midlertidigt laboratorium i en kældergang i auditoriefløjen, betalt af Hagemanns egen lomme. Samtidig blev to mørke rum, der havde været brugt som kuloplag og opholdsrum for rengøringsdamerne, indrettet til buelampe- og fotometerrum. For at holde udgifterne nede og ikke dublere maskiner unødigt, blev de studerende inddelt i hold på forskellige ugedage (Larsen, 1907; Rung & Larsen, 1903).

Det var langtfra optimale forhold, men det var nok til at komme i gang, og allerede året efter fik Polyteknisk Lærestanstalt bevilget penge til nye laboratorier. Et nyt elektroteknisk laboratorium kunne derfor tages i brug i 1906. Det blev forsynet dels med strøm fra det kommunale elværk, dels fra forskellige generatorer og akkumulatører. Strømtavlerne var udtænkt af den nyansatte underviser William Rung, mens den anden underviser, Absalon Larsen, stod for projekteringen af det nye laboratorium. De to undervisere var altså selv i stand til at arbejde med elektroteknik i praksis, præcis som de skulle oplære deres studerende til.

Det vigtigste var den nye store maskinsal, men der blev også indrettet et auditorium med bl.a. andet en instrumenttavle til demonstrationsbrug og en løbekran til at flytte tunge ting. Der var også en højspændingstransformator, der fik strøm fra en af vekselstrømsmaskinerne i maskinsalen. I den nye tegnesal var man stolt af den indirekte belysning med Nerstlamper, og på værkstedet benyttede drejebænk og boremaskine selvfølgelig elektrisk drivkraft. Endelig var der et hustelefonanlæg, der fik strøm fra et centralbatteri (Harding, 1910, s. 100–101; Larsen, 1907). Udstyret afspejlede datidens teknologiske løsninger.

#### NYE TING I FOKUS: VEKSELSTRØM OG SVAGSTRØM

Elektroteknikken var et felt i udvikling og vækst, og man måtte være det, vi i dag ville kalde omstillingsparat. "At lære og lære fra sig er blevet Elektroindustriens

Livsbetingelse” hed det i et værk om elektricitetens historie i 1940 (Gelardi, 1940a, s. 7), men det gjaldt i mindst lige så høj grad i elektroteknikkens barndomsår.

Et af de åbne spørgsmål var, om man skulle satse på jævnstrøm eller vekselstrøm, dvs. om man troede på den ene eller anden teknologi som fremtidens teknologiske løsning. Det var en fremtidsforestilling af stor betydning for det elektrotekniske *videnslandskab* i elektroteknikkens barndom. I begyndelsen var det jævnstrøm, der var i fokus, men efterhånden som vekselstrøm fik større praktisk betydning, blev undervisningen på Polyteknisk Lærestalt langsomt ændret (se fx Gelardi, 1940a, s. 94).

I år 1900 havde Prytz opfordret Larsen, der da var assistent ved det fysiske laboratorium, til at udarbejde et forslag til udvidelse af laboratorieundervisningen i elektroteknik. Larsen fortalte senere, at de to drøftede hans forslag under parolen: “Det skal være en »praktisk« Undervisning indrettet efter vort Lands Behov”. Det havde bl.a. den konsekvens, at han reducerede sit forslag vedrørende undervisningen i vekselstrøm (Larsen, 1928, s. 458). Det samlede lærerråd på Polyteknisk Lærestalt fandt på det tidspunkt, at undervisningen i jævnstrøm var langt vigtigere end undervisningen i vekselstrøm, der endnu ikke havde betydning i Danmark, og som man heller ikke forventede ville få det i synderligt omfang. Holdningen var, at hvis man nøjedes med at gøre vekselstrømsteknik til et bifag ved siden af hovedfaget jævnstrømsteknik, kunne man give elektroingeniørerne en grundigere maskinteknisk uddannelse, end de fik i udlandet. Det, syntes man, var vigtigere end viden om vekselstrøm (Borch et al., 1900).

På Polyteknisk Lærestalt blev det især de yngre undervisere, Larsen og Rung, der efterhånden kom til at påvirke de studerende i retning af udbredelse af højspændt vekselstrøm. Rung kom ved sin ansættelse i 1903 direkte fra Schweiz med erfaring fra arbejde med netop højspændingsteknik (Harnow, 1998, s. 219; Wistoft et al., 1991, s. 103). Forelæseren Windfeld-Hansen havde derimod været fortaler for valget af jævnstrøm, da Københavns første elværk blev bygget (Wistoft et al., 1991, s. 44–45), og han og Prytz var blandt dem, der trak uddannelsen i retning af jævnstrøm. Spørgsmålet var dermed også et generationsspørgsmål, hvor de ældre lærerkræfter, der havde beskæftiget sig med elektroteknik tilbage fra 1880'erne, før den såkaldte systemkrig i 1890'erne, længe satsede på og var optaget af jævnstrøm, mens de yngre troede mere på vekselstrømmens fremtid. Prytz havde udgivet en bog om elektricitet i 1884 (Prytz, 1884), mens Windfeld-Hansen efter at have stude-

ret forskellige udenlandske elværker i 1889 argumenterede for, at det første elværk i København skulle levere jævnstrøm og ikke vekselstrøm (Windfeld-Hansen, 1889). Hvornår man havde fået sin første viden om elektroteknik påvirkede, hvordan man forestillede sig fremtiden.

En anden ændring over tid var, at der også kom fokus på svagstrøm. Siden Windfeld-Hansens første forelæsninger i 1890'erne havde man haft fokus på stærkstrøm, men i 1908 ønskede Polyteknisk Lærestanstalt at supplere med mere undervisning i svagstrøm. Begrundelsen var, at der fandtes flere store institutioner, der havde brug for ingeniører med kendskab til svagstrøm, fx Det Store Nordiske Telegraf-Selskab, statsbanerne og telegraf- og telefonvæsenet, og at elektroingeniørerne ofte måtte tage hensyn til svagstrømsanlæg, især ved ledningsarbejde. Begrundelsen var måske lidt pudsigt, for både telegraf og telefon havde længe været i praktisk brug, men telefonen blev brugt mere og mere, og på telegrafens område var trådløs telegrafi (radio) et voksende emne.

I 1909 blev svagstrøm gjort til et obligatorisk fag for elektroingeniører, og det blev muligt for de studerende at vælge enten stærkstrøm eller svagstrøm som hovedfag, hvilket var tidligt set i international sammenhæng. Som underviser ansatte man Peder Oluf Pedersen. Han havde arbejdet sammen med Valdemar Poulsen siden 1899, først om Poulsens telegrafon og siden om buesenderen, hvor Pedersen blev den, der kom til at arbejde med den teoretisk og udgive videnskabelige artikler (Harnow, 1998, s. 169; Munch-Petersen, 1913, s. 841–842; Vinding, 1940).

Indførelsen af svagstrøm medførte ikke bare ansættelsen af en ny underviser, men igen et behov for nye faciliteter, for man kunne kun i mindre omfang benytte de apparater, der allerede fandtes i det elektrotekniske laboratorium. Det var jo netop indrettet til undervisning i stærkstrøm. I 1910 udarbejdede Pedersen og Larsen derfor et forslag om oprettelse af endnu et laboratorium, denne gang for telegrafi og telefoni (Munch-Petersen, 1921, s. 357–360).

#### VIDENSBEHOV OG VIDENSCIRKULATION

Sarasin opfatter viden som et historisk fænomen og som noget, der kan cirkulere mellem mennesker og grupper på tværs af institutionelle, sociale, politiske og geografiske grænser, dog ikke frit og som regel ikke uforandret. Det, som videnshistorien ifølge ham skal undersøge, er den samfundsmæssige produktion og cirkulation

af viden (Sarasin, 2011, s. 164–165). Studiet af videncirkulationen inden for elektroteknik viser for det første, at der var en konstant vidensudveksling begge veje mellem praktikerne i erhvervslivet og uddannelsesstederne. Det var ikke kun de nyuddannede, der bragte viden om elektroteknik med sig ud i erhvervslivet, men ikke mindst praktiske erfaringer fra erhvervslivet, der blev bragt ind på uddannelsesinstitutionerne, bl.a. gennem valget af lærere. Det viser også, at den elektrotekniske viden ændrede indhold over tid eller måske mere præcist, at der skete forskydninger i, hvad der blev opfattet som relevant og vigtig viden inden for emnet. Denne forskydning hang igen sammen med forskydninger i praksis, hvor fx jævnstrømsværkerne begyndte at få konkurrence fra vekselstrømmen i Danmark fra 1907.

Når man ser på den viden om elektroteknik, der cirkulerede i begyndelsen af 1900-tallet, er det tydeligt, at det var behovet for praktiske kompetencer, der stod i centrum. Man havde simpelthen behov for folk, der kunne planlægge, udføre og vedligeholde elektriske anlæg, bygge og vedligeholde elektriske maskiner og håndtere stærkstrøm på forsvarlig vis. I 1900-tallets første årti var der ikke længere tale om få værker og anlæg, men om et stærkt voksende arbejdsfelt. Derfor fyldte den praktiske undervisning også meget på de mange nye uddannelser. Teoretisk viden var ikke et mål i sig selv, men skulle – ligesom matematik og tegneundervisning – understøtte det praktiske arbejde.

Det store fokus på jævnstrøm frem for vekselstrøm kan netop ses som et udtryk for, at man ikke var specielt interesseret i elektricitetens fremtidige potentialer og teoretiske baggrund, men i at få opfyldt et aktuelt behov for praktiske kompetencer. Det ville i første omgang sige folk med viden om jævnstrøm, for det blev opfattet som den rigtige og fornuftige løsning af centrale aktører, der ikke mente, at vekselstrøm ville få nogen særlig betydning i praksis.

Mange aktører bidrog til videncirkulationen, der også foregik mange steder. Den elektrotekniske viden blev formidlet på uddannelserne, i foredrag og lærebøger, men også ved arbejde i den elektrotekniske branche i ind- og udland. Som nævnt ønskede man en praktiker som underviser, da Polyteknisk Læreanstalt indførte elektroteknik som fag, og Windfeld-Hansen bragte fra sit daglige arbejde med elværker en specialviden og praktiske erfaring ind, som de faste undervisere ikke havde. På samme vis bidrog Rung senere med viden om vekselstrøm fra sit arbejde i Schweitz. I den sammenhæng er det også interessant, at svagstrøm først blev et selvstændigt undervisningsfag og forskningsfelt på læreanstalten længe efter, at

telegrafer og telefoner havde fået praktisk betydning. Og også på det område ansatte man en underviser med praktisk erfaring med teknologien.

Der var altså ikke tale om opbygningen og udviklingen af et nyt videnskabeligt felt efterfulgt af en diffusion af teoretisk viden, der blev omsat til praksis. Tværtimod var der tale om en kompleks relation, hvor viden og praksis ikke var to selvstændige felter, men netop praktiseret viden. Med videnshistorikeren Simone Lässig kan man sige, at den elektrotekniske viden ikke bare var et produkt, men aktører, praksisser og processer involveret i dens skabelse, formidling og transformation. Studiet af elektroteknikken som et *videnslandskab* bekræfter hendes pointe om, at viden ikke rejser ad en direkte sti fra forskning til samfund, men at viden er i konstant bevægelse i mange retninger (Lässig, 2016, s. 38, 43).

Efterhånden som vekselstrøm blev udbredt, opgav man det tidligere fokus på jævnstrøm. Det var dog ikke bare sådan at ændre. I opbygningen af laboratorierne havde man så at sige indbygget sin tro på jævnstrøm. Den fremtid, man havde set for sig, afspejlede sig i indretningen og de indkøbte maskiner. På den måde sameksisterede flere temporaliteter. Fortidens forestillinger om vidensbehovet stod konkret tilbage formet i mursten, jern og andre materialer.

En anden tidsforskydning handlede om, at der kunne gå lang tid fra udtænkningen af en undervisningsplan til de uddannedes kompetencer kom i brug. I 1945 hed det i et jubilæumsskrift fra Ingeniør-Sammenslutningen, at det kun var begrænset tid siden, de første ingeniører i elektroteknik dimitterede, så "selv de ældste af dem kan endnu have en Arbejdsdag tilbage, og den store Mængde er endnu næppe naaet frem til den mest ydedygtige Alder" (Nørregaard, 1945, s. 185). Det var selvfølgelig ikke tilfældet, at de færdige kandidater ikke lærte nyt efter endt studie. Tværtimod. Men som det var tilfældet med Prytz, Windfeld-Hansen, Rung og Larsen, betød det noget for ens opfattelse af elektroteknikken, og hvad man anså for rigtigt og fornuftigt, hvornår man først havde betrukket det elektrotekniske *videnslandskab*. Med Ludwik Fleck, der i 1930'erne undersøgte tilblivelsen af videnskabelige fakta, kan man sige, at de to generationer til dels tilhørte forskellige tankekollektiver. Fleck peger på betydningen af den eksisterende viden for produktionen af ny viden, for ifølge ham handler erkendelse ikke bare om relationen mellem et vidende subjekt og et vidensobjekt. Den eksisterende viden må indtænkes som en tredje partner og dermed som en basisfaktor for al ny viden. For Prytz og Windfeld-Hansen, og det tankekollektiv de tilhørte, var jævnstrømmen den velkendte, afprøvede og relevante

## SKYGGEBJERG

teknologi, mens vekselstrømmen repræsenterede det fremmede og uprøvede. Larsen og Rung var derimod funderet i et tankekollektiv fra tiden efter systemkrigen, hvor vekselstrøm vandt mere og mere indpas (jf. Fleck, 1979, s. 22, 38–39).

## EN SKITSE TIL ET LANDSKABSMALERI

I begyndelsen af artiklen kritiserede jeg begrebet *videnskort* for at signalere et ordnet system, hvor viden cirkulerer ad veldefinerede veje. I stedet har jeg tegnet den første skitse til et landskabsmaleri, hvor man kan ane konturerne af motivet: Et frodigt netværk af forbindelser på kryds og tværs mellem mange forskellige aktører, der opbyggede et nyt *videnslandskab* omkring elektroteknikken, da der med dens udbredelse opstod et behov for praktikere med forskellige kompetencer. Præcis som i naturen blev der efterhånden trådt nogle tydelige stier i landskabet, hvor man bevægede sig videre ad de etablerede spor, men som enhver mountainbiker og orienteringsløber ved, er stisystemer foranderlige, og elektroteknikken blev også ved med at være et *videnslandskab* i forandring.

I arbejdet med skitsen har jeg valgt at fokusere på uddannelse, og derfor håber jeg, at fremtidig forskning vil sætte fokus på andre aktører som de elektrotekniske virksomheder og dermed tegne en skitse af *videnslandskabet* set fra en anden vinkel. Det er fx interessant, at Titan måtte træde hjælpende til for at sikre kvalitet i uddannelsen på Læreanstalt for Elektroteknik, og det understreger endnu en gang, at virksomhederne ikke blot var aftagere af dimittender fra de forskellige uddannelser, men aktivt bidrog med viden. Viden var ikke bare et spørgsmål om at sætte verden på de rette formler, men en hverdagspraksis med mange aktører. Som Georg Nørregaard skrev i et jubilæumsskrift om teknikumingeniører: "Et er [...] de smukke Teorier, et andet virkelighedens brogede Udfoldelse" (Nørregaard, 1945, s. 18).

## LITTERATUR

- Aristoteles (1995): *Den nicomacheiske etik*. Frederiksberg: Det lille Forlag.
- Bartsch, S., C. Ando, R. J. Richards & H. Saussy (2017): "Editors' Introduction", *KNOW: A Journal on the Formation of Knowledge*, 1 (1): 1-9.
- Blem, E. (1911): *Lommebog for Elektrikere med en Elektroteknik*. København: Fagskolen for Haandværkere og mindre Industridrivende (Teknologisk Institut).



- Boje, P., P. Fransen, H. Harnow & J. Wøllekær (2011): *Industriens pionerer: Teknikumingeniørernes uddannelseskamp og betydning*. København: IDA.
- Borch, S. C., H. I. Hannover, P. K. Prytz & N. Steenberg (1900): *Betænkning om Oprettelsen af forskellige tekniske Laboratorier ved den polytekniske Lærestanstalt*. Upubliceret: Rigsarkivet, sag 1668, kasse B-1740: DTU Lærerrådet. Udvalget vedr. oprettelsen af tekniske lab. 1900-1900 udvalgssager m.m.
- Bud, R. (2012): "Introduction", *Isis*, 103 (3): 515-517.
- Buhl, H. (2005): *Buesenderen: Valdemar Poulsens radiosystem*. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.
- Den Tekniske Forening: "Bogameldelse: Lærestanstalt for Elektroteknik. Program 1901" (1901), *Den Tekniske Forenings Tidsskrift*, s. 97.
- Eriksen, F. B. (1995): *Spredningen af primære elektromotorer inden for hovedstadens håndværk og industri 1892-1914*. RUC.
- Fisker, P. A. (u.å.): *Mit levnedsløb*. Rigsarkivet, sag 1027, kasse 1: Fisker & Nielsen A/S 1975.
- Fleck, L. (1979): *Genesis and Development of a Scientific Fact*. Chicago: University of Chicago Press.
- Gelardi, T. (red.) (1940a): *Elektricitetens Historie og dens Mænd. Andet Bind*. København: Alfred Jørgensens Forlag.
- Gelardi, T. (red.) (1940b): *Elektricitetens Historie og dens Mænd. Tredie Bind*. København: Alfred Jørgensens Forlag.
- Goody, G. (2016): *Domesticating Electricity: Technology, Uncertainty & Gender, 1880-1914*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Goos, C. (1894): *Aarbog for Københavns Universitet, den polytekniske Lærestanstalt og Kommunitet, indeholdende Meddelelser for det akademiske Aar 1892-93*. København: Gyldendalske Boghandel. Udgivet efter Konsistoriums Foranstaltning.
- Gustavsson, B. (2001): *Vidensfilosofi*. Århus: Klim.
- Hansen, F. J. S. (1990): "Radioindustriens historie i Danmark", *Fabrik og Bolig. Det industrielle miljø i Danmark*, 2: 32-43.
- Harding, M. C. (red.) (1910): *Den polytekniske Lærestanstalt. Samlinger, Laboratorier m.m. Supplement til Lærestanstaltens Program*. København: Det Private Ingeniørfond.
- Harnow, H. (1998): *Den danske ingeniørs historie 1850-1920: Danske ingeniørers uddannelse, professionalisering og betydning for den danske moderniseringsproces*. Aarhus: Systime.
- Holstein-Rathlou, E. von. (1911): *Forelæsninger over Elektroteknik: Holdte paa den Polytekniske Lærestanstalt*. København: Kihls Bog- og Stentrykkeri.
- Hughes, T. P. (1983): *Networks of Power: Electrification in Western Society 1880-1930*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

- Ingeniøren: "Ib Windfeld-Hansen" (1913, marts 1), *Ingeniøren*: 121-133.
- Jacob, C. (2017): "Lieux de savoir: Places and Spaces in the History of Knowledge", *KNOW: A Journal on the Formation of Knowledge*, 1 (1): 85-102.
- Jørgensen, H. (1957): *Historiske data fra firmaet Laur. Knudsen Mek. Etabl.* København: LK.
- Jørgensen, U. (1986): *Den danske elektronikbranches udvikling og internationale afhængighed - sammenfatning af 8 arbejdsnotater. Forskningsrapport nr. 17 ved Institut for Samfundsfag.* København: Institut for Samfundsfag.
- Kemp & Lauritzen (1932): *Kemp & Lauritzen 1882-1932.* København: Kemp & Lauritzen.
- la Cour, P. (1904): "Vind-Elektricitets-Værker", *Den Tekniske Forenings Tidsskrift*, 28 (9): 221-227.
- Larsen, A. (1907, marts 16): "Den polytekniske Lærestalts elektrotekniske Laboratorium", *Ingeniøren*: 85-93.
- Larsen, A. (1916): "G. A. Hagemann", *Elektroteknikeren*, 12 (9): 57-58.
- Larsen, A. (1928): "Det elektrotekniske Laboratoriums Forhistorie og første Tid: I Anledning af 25 Aars Jubilæet i 1928", *Ingeniøren*, 36: 457-461.
- Lässig, S. (2016): "The History of Knowledge and the Expansion of the Historical Research Agenda", *Bulletin of the German Historical Institute*, 59: 29-58.
- Latour, B. (1992): "Where Are the Missing Masses? The Sociology of a Few Mundane Artifacts", s. 225-258 i W. E. Bijker & J. Law (red.) *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change*, Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Latour, B. (2007): *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory.* Oxford: Oxford University Press.
- Lublin, M. (1899): *Lærestalt for Elektroteknik: Fagskole for praktiske Elektroteknikere. Program 1899.* København: Lærestalt for Elektroteknik.
- Lundbye, J. T. (1929): *Den Polytekniske Lærestalt 1829-1929.* København.
- Matzen, H. (1905): *Aarbog for Københavns Universitet, den polytekniske Lærestalt og Kommunitetet, indeholdende Meddelelser for det akademiske Aar 1903-1904.* København: Trykt i Universitetsbogtrykkeriet. Udgivet efter Konsistoriums Foranstaltning.
- Munch-Petersen, H. (1913): *Aarbog for Københavns Universitet, Kommunitetet og den polytekniske Lærestalt, indeholdende Meddelelser for det akademiske Aar 1908-1909.* København: Trykt i Universitetsbogtrykkeriet. Udgivet efter Konsistoriums Foranstaltning.
- Munch-Petersen, H. (1921): *Aarbog for Københavns Universitet, Kommunitetet og den polytekniske Lærestalt, indeholdende Meddelelser for det akademiske Aar 1910-13.* København: Trykt i Universitetsbogtrykkeriet. Udgivet efter Konsistoriums Foranstaltning.
- Nørregaard, G. (1945): *Danske Ingeniører fra Teknika: Udgivet af Ingeniør-Sammenslutningen i An-*

- ledning af Foreningens 50 Aars Jubilæum*. København: Ingeniør-Sammenslutningen.
- Nye, D. E. (1992): *Electrifying America: Social Meanings of a New Technology*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Nye, D. E. (2010): *When the Lights Went Out: A History of Blackouts in America*. Boston: MIT Press.
- Olesen, B. & J. Thorndal (2004): *Da danske hjem blev elektriske 1900-2000*. Århus: Kvindemuseets Forlag.
- Prytz, P. K. (1884): *Elektriciteten: En Skildring af dens Frembringelses- og Virkemaader og af dens Anvendelser i det praktiske Liv med særligt Hensyn til den historiske Udvikling samt til de seneste Aars Opdagelser*. København: P.G. Philipsens Forlag.
- Rung, W. & A. Larsen (1903): *Uddrag af Forslag til Ordning af Undervisningen for Elektroingeniører ved den polytekniske Lærestanstalt*. Upubliceret: Rigsarkivet, sag 1668, kasse B-1740: DTU Lærerrådet. Udvalget vedr. oprettelsen af tekniske lab. 1900-1900 udvalgssager m.m.
- Ryle, G. (1946): "Knowing How and Knowing That: The Presidential Address", *Proceedings of the Aristotelian society, New Series*, 46: 1-16.
- Sarasin, P. (2011): "Was ist Wissensgeschichte?", *Internationales Archiv für Sozialgeschichte der deutschen Literatur (IASL)*, 36 (1): 159-172.
- Sayes, E. (2014): "Actor-Network Theory and Methodology: Just What Does It Mean to Say that Nonhumans Have Agency?", *Social Studies of Science*, 44 (1): 134-149.
- Scharnberg, M. (red.) (1968): *Glimt fra Siemens' oprindelse og udvikling i Danmark*. København: Dansk Siemens Aktieselskab.
- Schönberg-Hansen, H. (1901): *Lærebog i Elektroteknik. I Del*. København: Trykt hos Chr. J. Taurer & Søn.
- Secord, J. A. (2004): "Knowledge in Transit", *Isis*, 95 (4): 654-672.
- Vinding, P. (1940): "Pedersen, Peder Oluf", i *Dansk Biografisk Leksikon*. København.
- Windfeld-Hansen, I. (1889): *Centralstationer for Elektrisk Lys: Rejseberetning til Kjøbenhavns Magistrat*. Kjøbenhavn: Hoffensberg & Trap's Etabl.
- Windfeld-Hansen, I. (1894): *Electroteknik*. København.
- Wistoft, B., F. Petersen & H. M. Hansen (1991): *Elektricitetens Aarhundrede: Dansk elforsynings historie. Bind 1. 1891-1940*. Danske Elværkers Forening.
- Zwisler, L. & A. B. Sørensen (2015): "I de praktiske videnskabers række...", *Uddannelseshistorie*, 49: 29-43.