

Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek.
Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitised at Gothenburg University Library.
All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text.
This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.





POLHEM

TIDSKRIFT FÖR TEKNIKHISTORIA



POLHEM

Tidskrift för teknikhistoria

Utgiven av Svenska Nationalkommittén för teknikhistoria (SNT),
Chalmers Tekniska Högskola, Biblioteket, 412 96 GÖTEBORG

med stöd av Humanistisk-samhällsvetenskapliga forskningsrådet
och Statens kulturråd

ISSN 0281-2142

Redaktör och ansvarig utgivare

Jan Hult

Redaktionskommitté

Boel Berner

Henrik Björck

Svante Lindqvist

Bo Sundin

Tryck

Vasastadens Bokbinderi AB, 421 52 VÄSTRA FRÖLUNDA

Omslag: Svensk Typografi Gudmund Nyström AB, 178 32 EKERÖ

Prenumeration

1995: 185 kr (4 häften)

Beställes genom inbetalning på postgirokonto nr 441 65 94 - 2

Lösnummer

1995: 50 kr/st

Beställes som ovan

Finns även som taltidning

Innehåll

	Jan Hult: I huvudet på ingenjörer	208
Uppsatser:	Oskar Juhlin & Mark Elam: Vad vet historikerna om ingenjörernas kunskaper och hur vet de det?	210
	Thomas Kaiserfeld: Att tjäna ett syfte: Teknikhistoriker och deras berättelser	239
	Helge Kragh: History and Prehistory of the First Transatlantic Telephone Cable	246
	Helene Sjunnesson: Nya handpappersbruk i Norden efter 1830	272
Recensioner:	Alf Peterson: <i>Teknikens nydanare - en presentation av IVA:s minnesmedaljörer</i> (rec. av Göran Andolf)	311
	Jane Summerton (red.): <i>Changing large technical systems</i> (rec. av Jan Hult)	316
	Bjarne Huldén: <i>Grekisk och romersk ingenjörskonst</i> (rec. av Jan Hult)	320
Notiser:	Nyutkommen litteratur m.m.	322
	Författare i detta häfte	324
Omslagsbild:	Etiketter till Grycksbos handgjorda filterpapper med bild av J.J. Berzelius. (till uppsats sid 272 av Helene Sjunnesson)	

I huvudet på ingenjörer

Hur fungerar ingenjörer, hur tycker och tänker de i sitt arbete - och utanför? Sådana frågor har kommit att intressera sociologer, etnologer och, inte minst, teknikhistoriker. Temat togs upp i ett specialnummer av *Technology and Culture* (1986:4), organ för The Society for the History of Technology (SHOT). I en inledande artikel citerades C.P. Snow av gästredaktören Robert Friedel:

"The engineers . . . the people who made the hardware, who used existing knowledge to make something go, were in nine cases out of ten, conservatives in politics, acceptant of any regime in which they found themselves, interested in making their machine work, indifferent to long-term social guesses. . . . The engineers buckled to their jobs and gave no trouble, in America, in Russia, in Germany; it was not from them but from the scientists, that came heretics, forerunners, martyrs, traitors."

Även om alltså ingenjörerna själva, enligt Snow, inte visar något påtagligt intresse för det samhälle där de verkar, kan ingen bestrida att deras verksamhet påverkar detta samhälles utveckling mer direkt än många andra yrkesgrupper.

Man har talat om ingenjörssyrket som 1900-talets mest spridda och diversifierade profession. Kanske är det också ett av de yrken som känns särskilt främmande för många människor. Några som har skrivit inkännande om ingenjörer har själva haft en annan bakgrund. Boel Berners bok *Teknikens värld* (Lund, 1981) och Angus Buchanans *The Engineers* (London, 1989) är två exempel. Medan Buchanan skriver om ingenjörers organisationer och yrkets professionalisering, behandlar Berner själva ingenjörskapet, särskilt det som bedrivs av konstruktörer.

En annan person, själv ingenjör, som skrivit en mycket uppmärksam bok i ämnet är Walter G. Vincenti. *What Engineers Know and How They Know It* (Baltimore, 1990) är en teknikhistorisk och kunskapsteoretisk analys av ingenjörskapet, baserad på fem fallstudier inom området flygplanskonstruktion. Som professor vid Stanford University gav Vincenti själv under många år betydande bidrag till den flygtekniska utvecklingen.

"Vad vet historikerna om ingenjörernas kunskaper och hur vet de det?" frågar Oskar Juhlin och Mark Elam i detta nummer av *Polhem*. Kopplingen till Vincentis bok är tydlig. Författarna går här till en del i polemik mot hans teser om ingenjörskapet. Begreppet "social construction of technology", som på senare år kommit att få ett starkt genomslag i tekniksociologisk forskning, och

som utgör ett centralt tema i Juhlins och Elams uppsats, anförs av Vincenti (i en not) som utan större intresse i analysen av ingenjörers sätt att arbeta:

". . . little scope remains for social construction to influence the problem's (sometimes difficult) solution. Both specifying the problem and arriving at its solution may, of course, require interaction among numerous people. This social process, however, has little effect on the problem or solution. The negotiations and compromises that take place are predominantly technical ones, and the outcomes are shaped overwhelmingly by technical considerations."

De skilda synsätten hos "socialkonstruktivisterna" och "epistemologiska" teknikhistoriker har de senaste åren accentuerats och kommit i dagen, främst i artiklar och debattinlägg i tidskrifter som *Technology and Culture*. Juhlin och Elam tar nu upp denna kontrovers i *Polhem* och gör därmed tidskriftens läsare uppmärksamma på viktiga, aktuella kunskapssteoretiska problem inom teknikhistorisk forskning.

Ett inlägg av Thomas Kaiserfeld, direkt föranlett av Juhlins och Elams artikel, publiceras här i direkt anslutning till denna. Ytterligare bidrag till diskussionen om ingenjörers kunskaper och arbete är aviserade till kommande nummer av *Polhem*. Det är min förhoppning att de grundläggande frågor som här tas upp till debatt skall komma att intressera än fler av tidskriftens läsare att medverka med synpunkter på teknisk vetenskap och ingenjörskonst.

Helge Kragh, nyutnämnd professor vid Senter for teknologi og menneskelige verdier i Oslo, skriver i detta häfte om den första telefonkabeln under Atlanten. De elektrotekniska problemen var här av en annan natur än vid telegrafkabeln, som första gången lades ut 1858. Först nära hundra år senare lyckades man, trots att de tekniska dellösningarna var kända långt tidigare.

Helene Sjunnesson, verksam vid Enheten för industriminnesforskning vid KTH, skriver om förändringar i papperstillverkningen i Norden från 1830-talet, då de första effektiva pappersmaskinerna började tas i bruk. Ändå anlades efter denna tid flera nya handpappersbruk. Uppsatsen behandlar deras lokalisering och identifierar olika samverkande orsaker till att traditionell teknik på detta sätt hölls vid liv.

Jan Hult

Vad vet historikerna om ingenjörernas kunskaper och hur vet de det?

Den epistemologiska teknikhistoriens gränssättningar

Introduktion

Konsolideringen av teknikhistorien som akademisk disciplin, i den anglosaxiska världen, sammanföll med uppkomsten av "teknisk kunskap" som ett betydelsefullt forskningsområde. Det var ett område som var nära relaterat till det historiska studiet av "vetenskaplig kunskap", även om det fanns mycket som skilde dem åt.¹ John Staudenmaier beskriver också hur teknikhistorikernas gemensamma organisation (Society for the History of Technology, SHOT) föddes 1958 i USA "from a rib out of the side" av föreningen för studium av vetenskapshistoria (History of Science Society). Uppbrottet från vetenskapshistorikerna uppfattades av teknikhistorikerna som betydelsefullt, eftersom det var ett sätt att stärka gruppidentiteten hos dem själva. Men det var också av stor betydelse när det gällde möjligheten att skildra ingenjörernas arbete (Staudenmaier, 1985, s 83). I ljuset av detta är det lätt att förstå varför relationen mellan teknik och vetenskap kom att bli ett återkommande tema i deras tidskrift *Technology and Culture* under 1960- och 1970-talet.

I början på 1980-talet hade en ny konsensus etablerats där man inte längre betraktade teknik som "tillämpad vetenskap". Denna nya överenskommelse, som sträcker sig långt utanför teknikhistorikernas kretsar och även omfattas av många vetenskapsfilosofer och vetenskapshistoriker, har etablerat teknologin som en jämställd och autonom partner till vetenskapen. Tekniskt arbete ses som en andra källa till objektiv och värderingsfri kunskap i samhället. Utifrån denna nya konsensus har ett ökande antal teknikhistoriker tagit sig an uppgiften att

¹ Detta papper presenterades första gången på EASST Conference on Science, Technology and Change: New Theories, Realities, Institutions, Budapest August 28-31, 1994; Session 21 - Philosophy of Science - Constructivist Approaches. En reviderad version presenterades också på Avdelningen för teknikhistoria vid KTH i maj 1995.

ytterligare elaborera den tekniska kunskapens specifika natur och dess gömda dynamik.

I denna uppsats argumenterar vi för att denna fördjupade fokusering på teknik som kunskap har betytt att man importerat en vokabulär och diskurs från vetenskapsstudiet som vanligtvis använts för att strukturera samtalet och möjliggöra en separation av det vetenskapliga från det icke-vetenskapliga. Inom den av oss benämnda "epistemologiska teknikhistorien" används dessa begrepp för att styra diskussionen om *gränsen* mellan "tekniken" och det "icke-tekniska". De dikotomier vi i första hand tänker på är:

intern	extern
rationell	irrationell
fakta	värdering
modern	traditionell
intellekt	kropp

När det gäller diskussionen om teknisk kunskap och vetenskaplig kunskap har dessa dikotomier blivit centrala för att förändra synen på teknisk kunskap från den traditionella uppfattningen "tillämpad vetenskap" till jämbördig partner ("mirror-image twin"). Men under tiden som vissa teknikhistoriker har lärt sig hantera dessa begreppsspar så har, ironiskt nog, ett ökande antal vetenskaps sociologer och vetenskapshistoriker arbetat hårt för att frigöra sig och överbygga dem. Uppenbarligen får detta konsekvenser för breda tvärvetenskapliga program inom det område som på engelska kallas "Science and Technology Studies" (STS). I denna uppsats vill vi visa att synen på teknisk kunskap inom en välrenommerad form av teknikhistoria, och den sk konstruktivistiska synen, inte går att sammanblanda annat än för ett kort ögonblick. Därefter sker obönhörligen åter en separation. Båda kan t ex uttrycka som sin ambition att öppna upp teknikens slutna värld, eller dess "svarta låda", men motiven för att göra detta skiljer sig avsevärt. Och chansen är liten att de ska kunna komma överens om vad de verkligen ser, när den väl är öppnad.

En avsikt med denna artikel är att konfrontera dessa perspektiv för att klargöra de avvikande perspektiven. Därför inleds artikeln med att vi grundligt refererar och beskriver diskussionen kring teknisk kunskap inom det teknikhistoriska forskningsfältet. Därefter redogör vi för konstruktivisternas syn på *samma* typ av ingenjörsarbete. Artikeln byter sedan karaktär när vi tar oss an uppgiften att använda det konstruktivistiska perspektivet för att analysera denna teknikhistoriska diskurs. Vi menar att sätten att beskriva teknisk kunskap kan

förstås som *gränssättande*. Beskrivningarna är bl a ett sätt att definiera vad något är, att skydda det från oönskade intrång, och utesluta oönskade medarbetare. Det kan också vara ett sätt att beskriva hur man ska uppföra sig som "medlem". Gränssättande är ett sätt att skilja det "goda" från det "onda".

Teknikhistorikerna och den tekniska kunskapen

En debatt som pågått under större delen av den period som den teknikhistoriska forskningen varit akademiskt etablerad, och fortfarande pågår, förs framförallt kring begreppen externalism och internalism. John Staudenmaier har t ex i boken *Technology's Storytellers* gjort en grundlig genomgång av denna och konstaterar att det handlar om spänningen mellan två av historieberättarnas färdigheter, dvs. den mellan den tekniska och den historiska (Staudenmaier, 1985). Den förstnämnda ger upphov till internalism och perspektivets förespråkare ställer som krav på forskarna att de ska förfoga över en hög teknisk kompetens. Internalism, enligt Staudenmaier, blir en historieskrivning i vilken "the focus of attention is centered almost completely on the artifact itself rather than on how the artifact relates to its external social context" (Staudenmaier, 1985, s 9). Dessutom beskrivs den som lokalt fokuserad, snarare än bred (Staudenmaier, 1985, s 174). Externalismen, å andra sidan, fokuserar ensidigt de tekniska händelsernas kontext, och utelämnar beskrivningen av de tekniska funktionerna. Den nu dominerande inriktningen, kallad "kontextuell historia", representerar studier som inte bara skildrar succéer, utan också ger historiska beskrivningar av tekniska misslyckanden, tillfälligheter, och mångsidigheten i teknikens relation till samhället. Interaktionen mellan den interna designen av unika teknologier relateras till komplexa ekonomiska, kulturella och politiska faktorer (Staudenmaier, 1985, s 11). Staudenmaier påpekar att, trots erkännandet av kontextens betydelse, så dominerades fältet inledningsvis av internalistiska empiriska studier. Endast långsamt mognade externalismen till en egen diskurs, och Staudenmaier hävdar att de nu står på lika god fot.

Vetenskapshistorikern Steven Shapin har i en artikel återvänt till den inom vetenskapsstudiet helt avslutade debatten om "internalism" och "externalism" (Shapin, 1992). Denna intressanta genomgång har mycket att tillföra till det teknikhistoriska fältet där "internalism" och "externalism" fortfarande är en gångbar begreppsapparat. I artikeln gör han bl a en analytisk genomgång av argumentationen utifrån konstaterandet att det externalistiska och internalistiska perspektivet borde ses som teorier om vetenskapens utveckling. Men studierna på området har, enligt honom, snarare tagit perspektiven som utgångspunkt för deras

empiriska fokus. Det skulle alltså vara möjligt att, ibland eller alltid, genomföra "externalistiska" studier samtidigt som man företräder ett internalistiskt perspektiv.

Dessutom pekar han på en asymmetri mellan de olika perspektiven. Han menar att formellt sett kan en "ren internalism" alltid skildras, men inte en "ren externalism". Om de enda faktorerna som styrde den vetenskapliga utvecklingen var "externa" skulle de historiska aktörerna agera med avseende på dessa, och således själva betrakta dem som interna i relation till deras praktik. Det skulle alltså vara möjligt att skriva en "internalistisk" historia utifrån deras perspektiv. Vetenskapshistorikerna har tidigare varit okänsliga för, och ointresserade av att studera hur de historiska aktörerna själva uppfattade vad som tillhörde och vad som inte tillhörde deras praktik. Denna okänslighet är anmärkningsvärd, enligt honom, om man har en naturalistisk ambition att berätta historien precis så som den ägde rum.

Den teknikhistoriska diskursen kan emellertid inte beskrivas och kritiseras uteslutande från detta begreppspar. Det kompletteras ofta med en serie av andra inom en ny växande epistemologiskt inriktad historia, med komplexa rötter både i den gamla "internalismen" och i Staudenmaiers "kontextualism".

Den epistemologiska teknikhistorien

I detta avsnitt ska vi gå vidare i analysen hur man framgångsrikt använt och mobiliserat begreppspar internt/externt med de andra, tidigare nämnda, dikotomierna då man diskuterar teknik som kunskap. Med avseende på begreppspar intellekt/kropp hävdar man att tanken på teknik som tillämpad vetenskap måste förkastas. Tanken att vetenskapsmännen genererar den kunskap som ingenjören sedan använder är felaktig, eftersom den förnekar ingenjörerna möjligheten av egen intellektuell verksamhet. I den korta artikel "Technology as Knowledge", vilken Edwin Layton publicerade i *Technology and Culture* 1974, vägrar han att ta idén om teknik som tillämpad vetenskap på allvar (Layton, 1974). I antika och medeltida källor som Aristoteles "Den Nicomachiska etiken" och arbeten av Hugh Saint Victor hittar han explicita referenser som tillskriver tekniken en intellektuell dimension. Han menar att det därför är "hard to avoid the conclusion that the separation of knowledge and technology is both recent and artificial" (Layton, 1974, s 33). I själva verket var synen på ingenjörsarbetet som en icke-intellektuell aktivitet något som, ofta politiskt motiverat, uppstod efter andra världskriget. Modellen kan förstås som vetenskapens halvofficiella ideologi, vilken vetenskapsadministratörerna gjorde till sin (Layton, 1971, s 563, Layton, 1974, s 34). Dessutom kan det stöd som denna modell fått från

vetenskapshistorikerna förstås som en emotionellt laddad reaktion mot de marxistiska forskarnas syn på den vetenskapliga revolutionen endast som en systemering, eller ett ordnande, av det traditionella hantverket (Layton, 1974, s 35).

Fixeringen av gränserna för den nya epistemologiska teknikhistorien har, förutom att diskreditera idén om teknik som tillämpad vetenskap, också inneburit en uppgörelse med synen på teknisk kunskap som huvudsakligen byggd på sk tyst kunskap. Detta perspektiv på kunskap som snarare visuell än verbal, och personlig snarare än opersonlig, tyder på att den borde vara mycket svår att studera. Snabbt hamnar man i situationer där kunskapen måste förstås mer som handlag och känsla än kunskap. Men istället för att förneka den tekniska kunskapens "tysta" karaktär, så menar Edwin Layton och Rachel Laudan att detta bara är en sida av saken, och inte heller den viktigaste egenskapen. Historiskt sett har den också blivit av allt mindre betydelse under vårt århundrade. För Rachel Laudan tyder alla de brev, diagram, arbetspapper, tidskrifter och böcker, som historikerna har lyft upp till ytan ur ingenjörsvärlden, på att teknisk kunskap, "beyond the shadow of a doubt", alltid haft en formaliserad och opersonlig sida. I och med expansionen och konsolideringen av ingenjörernas profession, tillsammans med etablerandet av de tekniska högskolorna, så har denna sida av saken blivit allt betydelsefullare (Laudan, 1984b, s 8).

Enligt Layton så hamnar det tysta elementet i den tekniska kunskapen på en rimlig nivå om vi riktar vårt fokus mot konstruktionsarbetet, och betraktar det som kärnan i ingenjörarbetet. Konstruktionsarbete blir den kritiska och syntetiserande punkten i arbetet:

The reason technologists value design so highly is not difficult to find. A design embodies the knowledge needed to produce a technological device or system of some sort. It constitutes the cognitive bridge across a spectrum from abstract, idealized conceptions to the concrete, highly complex products of technology existing in the real world. It is 'knowing-how' at the highest level (Layton, 1991, s 604).

Teknisk konstruktion identifieras som ett i grunden intellektuellt företag, som mer kan liknas vid konstnärligt arbete än vid filosofisk tankeverksamhet. Man intresserar sig mer för hur man får fram vissa saker, än varför saker är som de är (Layton, 1974, s 36). När tekniken har blivit mer avancerad har dessa sätt att förhålla sig, "know-how" och "know-why", kommit att närma sig varandra. Genom att laborera med dikotomin modern/traditionell lyckas Layton spegla

uppkomsten av den *moderna* teknologin som en symbiotisk interaktion mellan teknisk och vetenskaplig kunskap.

The technological community, which in 1800 had been a craft affair but little changed from the middle ages, was reconstructed as a mirror-image twin of the scientific community.... the new technologist substituted a college education, a professional organization, and a technical literature patterned on those of science. Equivalents were created in technology for the experimental and theoretical branches of science. As a result, by the end of the 19th century, technological problems could be treated as scientific ones; traditional methods and cut-and-dry empiricism could be supplemented by powerful tools borrowed from science (Layton, 1971, s 562).

Vad gäller begreppsparet rationell/irrationell så diskuteras också det i förhållande till denna "scientific revolution in technology" då förändringen av teknikens intellektuella komponent ses som en reflektion av arbetets rationella mekanismer för problemlösning. Före denna genomgripande förändring spelade slumpen och den goda turen en stor roll i ingenjörsarbetet. Men därefter har rigorösa och systematiska utvärderingsmetoder tagit över (Laudan, 1984a, s 89, Layton, 1971, s 572). Hastigheten i den tekniska utvecklingen ökade också då den inte längre styrdes av slumpen.

Testning och testtraditioner är nyckelelement i uppkomsten av denna nyordning. Uppkomsten av dessa välrespekterade traditioner sammanfaller med den ökande användningen av experimentella procedurer i tekniken. Ny utrustning för att testa teknik uppstod som intill oigenkännlighet liknade vetenskapliga laboratorier och experimentell utrustning. Därför framstod ingenjörerna som den andra samhällseliga gruppen vilken kunde sägas utgöra experter på att hitta fakta. De arbetade hårt på att ackumulera kunskap, vilket möjliggjorde rationella val mellan väl avgränsade tekniska problem (Constant, 1983, s 196). Laudan vittnar om hur dessa objektiva testprocedurer idag garanterar att ingen förstår en teknik bättre än dess konstruktörer:

The primary assessment of new technological solutions is carried out by the practitioner and his immediate community. Only they are in a position to know whether or not the new solution counts as an improvement over a previous solution, or to assess if the new solution's performance is better than the previous technology in certain respects and worse in others (Laudan, 1984a, s 98).

Genom att använda dikotomin fakta/värdering menar Laudan att merparten av den tekniska utvecklingen sker i små steg, och under inflytande av det starka normsystemet som involverar objektiv testning. Men denna praktik skakas om vid vissa tidpunkter under trycket från en teknisk revolution, vilken välter normsystemet över ända, och skapar ett nytt. Gamla objektiva standarder för testning anses svåra att upprätthålla. Och i dessa ögonblick finns det en möjlighet för kontextuella faktorer att influera utvecklingens riktning (Laudan, 1984a, s 100). Trots detta är Laudan obönhörligt övertygad om att utvecklingen i sin helhet kan anses innebära framsteg. Det sunda förnuftet bekräftar detta, enligt henne, men det är en av uppgifterna för forskningen om teknisk kunskap att precisera hur de intellektuella framstegen fortplantas mellan de revolutionära perioderna (Laudan, 1984a, s 101).

I de revolutionära ögonblicken, med möjligheten av kontextuell påverkan av tekniken, blir begreppsparet internt/externt relevant. Rachel Laudan hämtar denna teori i stort sett oförändrad från vetenskapshistorien. Om man byter "science" mot "technology" i det följande citatet skulle man ha kunnat hämta det från många böcker som diskuterar den vetenskapliga kunskapens natur:

External factors may in many cases be responsible for the problems the technological practitioner chooses to study. Equally external factors may determine which technologies are eventually adopted. Nonetheless the problems have to be perceived as soluble by technological means, and the technologies themselves have to be created. Without such internal technological capabilities all the economic and social pressures in the world would be to no avail. To believe that technological change can be explained entirely in external terms is to have a very optimistic view of technology's ability to deliver...Technology has its own internal dynamic, and unless we understand this we shall be incapable of understanding how technologists respond to social and economic pressures, or how their work subsequently affects society at large (Laudan, 1984b, s 4).

Genom att bygga på dikotomin externt/internt stänger hon ute "samhället" eller det "sociala" från ingenjörernas testplatser och laboratorier. Hon ber oss att föreställa oss hur ingenjörerna arbetar som en grupp där varje individ agerar utifrån kollektiva normer. Det innebär en form av rationella grupper som påverkas av yttre miljöfaktorer.

Steven Shapin har konstaterat att detta sätt att använda dessa begrepp, där det externa likställs med det sociala eller samhällsliga, bäst ska förstås som ett värderande språk (Shapin, 1982, s 195, Shapin, 1992, s 14). I ljuset av detta återuppstår begreppen intern/extern som begreppen ren/oren. I citatet ovan blir

sociala och ekonomiska faktorer dåliga krafter som hela tiden hotar att fläcka ner den rena och rationella teknologin.

Låt oss summera denna del av uppsatsen genom att referera Barry Barnes korta kommentar 1982 i tidskriften *Social Studies of Science* som just berör relationen mellan vetenskap och teknologi (Barnes, 1982). Han skriver om "the bad old days" då teknologin sågs som helt underordnad vetenskapen. Endast kapabel att använda vetenskapens upptäckter, och utan förmåga att ge något tillbaks. Trafiken var enkelriktad och vetenskapen var orörd och ren. Barry Barnes menar att slutet för dessa dåliga tider innebär att vetenskapen inte längre betraktas som immun i förhållande till den tekniska utvecklingen. Istället för en hierarkisk relation ser man nu på förhållande som en tvåvägsinteraktion där bägge är beroende av varandra. De erkänns som jämlikar; som två jämbördes kulturformer.

Edwin Layton har beskrivit Barnes kommentar som "one of the clearest and most concise statements" gällande förändringen i synen på relationen mellan teknik och vetenskap (Layton, 1991, s 597). Walter Vincenti har även han beskrivit artikeln som "short and useful" (Vincenti, 1990, s 259). Men båda dessa historiker undviker kärnan i Barnes och kommentar och den problemställning han reser i slutet. Han frågar sig om man inte borde använda en interaktiv modell för att konceptualisera relationen mellan vetenskap och andra subkulturer, förutom teknologin. Han menar att de traditionella dikotomier vi har diskuterat inte längre håller när det gäller relationen teknik och vetenskap. Så varför ska vi hänga kvar vid dem överhuvudtaget?

Paradoxalt nog, med tanke på deras positiva syn på Barnes, kan vi säga att Layton och Laudans syn på relationen mellan vetenskap och teknik, snarare förstärker dessa gamla dikotomier. Denna begreppsapparat har bara blivit betydelselös när det gäller att studera denna relation, eftersom den har blivit så *betydelsefull* när det gäller att beskriva relationen mellan det tekniska och det icke-tekniska. Teknisk kunskap har kunnat upphöjas till den vetenskapliga kunskapens "mirror-image-twin". Tack vare dessa dikotomier så liknar den tekniska kunskapen inte heller längre andra ordinära kunskapsformer. Gamla dikotomier har återanvänts för att dra nya gränser och rita nya kulturella kartor. Och på dem hittar vi inte längre ett högt berg på den plana stäppen, utan ett bergmassiv med två toppar.

En titt på de historiska fallstudierna

De två historiker som antagligen har gjort mest för att driva den nya epistemologiska teknikhistorien framåt genom detaljerat empiriskt arbete är

Walter Vincenti och Edward W. Constant. Dessa båda har också flitigt använt sig av perspektiv och begrepp från vetenskapshistorien och vetenskapsfilosofin., vilket har gett deras studier en sofistikerad och teoretisk karaktär.

Edward Constant var, i sin avhandling om turbojet-motorn, den första att på allvar försöka applicera Thomas Kuhns paradigmperspektiv på teknisk utveckling (Constant, 1980). Hans avhandling vann det för teknikhistoriker mycket prestigefyllda Dexter-priset 1982. Walter Vincenti är välkänd sedan 1978, då han tillsammans med Nathan Rosenberg skrev den banbrytande studien *The Britannia Bridge: The Generation and Diffusion of Technological Knowledge*. Det är i denna studie som han första gången fokuserar sk parametervariation som en speciell ingenjörsmetod, till vilken vi ska återkomma. Under 1980-talet publicerade också Edward Constant en artikel om testning och hade ett centralt bidrag i Rachel Laudans antologi *The Nature of Technological Knowledge* (Laudan, 1984c). Vincenti publicerade en serie av fallstudier i *Technology and Culture* med början 1979. De handlade alla om kunskapsutveckling inom flygområdet under "normala" villkor. Dessa fallstudier publicerades 1990, tillsammans med några mer analytiska kapitel, under titeln *What Engineers Know and How They Know It: Analytical Studies from Aeronautical History*. Edwin Layton har kommenterat betydelsen av detta arbete när det gäller att förstå teknisk kunskap:

Perhaps no one has done more to explicate the special modalities of the scientific method in engineering design than Walter Vincenti. His classic studies of the method of parameter variation in the design of the Britannia Bridge and in Durand's propeller tests, and in other cases...have given precise examples of engineering theory and experiment in the service of design (Layton, 1991, s 605).

Man kan identifiera en hög grad av intellektuellt samarbete och samförstånd mellan både dessa historiker, vilket är förstäligt med tanke på deras gemensamma intresse för flygets historia under 1900-talet. Utgångspunkten hos båda är t ex att historikern inte bör väja för det tekniskt specifika i arbetet. Walter Vincenti menar att alltför många av de teknikhistoriska skildringarna koncentreras på den "konceptuella nivån" där illa definierade mål översätts till tekniska problem. Han vill gå från "koncept" till "specifikt arbete" och beskriva hur ingenjörerna arbetar med specifika problem och design av delkomponenter. Utgångspunkten i hans studie är att ingenjörarbete inte kan förstås som tillämpad vetenskap, utan som en autonom kunskapsform. Ingenjörer arbetar ofta på obruten mark där vetenskapliga teorier ännu inte kan användas för att härleda

designspecifikationer. Däremot finns det metoder som kan användas för att reducera den osäkerhet som dessa villkor ger upphov till, bl a arbetet med skalmodeller, och sk parametervariation. Med parametervariation menas en experimentell procedur som, med någon kontinuitet, bestämmer prestanda för ett material, en process, eller ett ting, medan parametrarna som definierar objektet eller dess miljö systematiskt varieras. Det finns inte utrymme att i denna artikel gå in på hur Walter Vincenti konkret, utifrån historiska fallstudier, argumenterar för detta sätt att beskriva ingenjörsarbetet. För den intresserade hänvisar vi till Oskar Juhlin's recension av denna bok (Juhlin, 1994). I denna artikel tar vi oss istället an att närgånget granska de argument som Edward Constant framhåller utifrån ett liknande perspektiv. Likheten mellan dessa båda historiker när det gäller att sortera empirin och analysera denna är emellertid slående.

Edward Constant om testning och tekniska paradig

Edward W. Constant hävdar att det finns likheter mellan ingenjörernas och vetenskapsmännens arbetssätt. Den tekniska världen domineras, på samma sätt som den vetenskapliga, av sk "communities of practitioners". Dessa grupper arbetar inom väldefinierade, och välavgränsade ("well-winnowed") teknologiska praktiker. Ingenjörer handlar, på samma sätt som vetenskapsmännen, enligt normer som påbjuder och definierar noggrann testning, och möjlighet för i princip vem som helst att upprepa experiment. Han belägger detta genom att peka på den tekniska litteraturen som sägs vara fylld av detaljerade designlösningar och test-data (Constant, 1984, s.32).

Constant menar att synen på teknisk utveckling utgående från en "community of practitioners", måste kompletteras med teknikens "sociala funktion". Med detta avser han, dels interna organisatoriska imperativ som t ex reliabilitet, service och rykte relaterat till implementering av tekniken, dels externa kulturella faktorer som t ex förändringar i patentregler (Constant, 1984, s.41). Skillnaden mellan dessa två perspektiv ska emellertid betraktas som analytisk, vilket ger upphov till bl a olika former av "anomalier" i den tekniska utvecklingen:

These orientations which might be called organizational, external, social, or just multivariate 'anomalies' would seem to be both different in character from the technical anomalies, both functional-failure and presumptive...and at least as compelling, although unlikely to be as well specified. These other kinds of anomalies, if anomaly is even the right word, exhibit neither *the objectivity of obvious technical failure nor the logical rigor of theoretically-derived presumption* (*Vår kursiv*) (Constant, 1984, s.41-42).

Constant menar emellertid inte att de anomalier som uppstår är helt skilda från normsystemet, snarare tvärtom. Inom en "community of practitioners" finns ett strängare normsystem, än utanför denna. Inom en "community" är man åtminstone överens om vilka som är de relevanta parametrarna i sammanhanget. Det finns alltså en starkare konsensus innanför dessa gränser, än utanför. Hans modell inkorporerar en beskrivning av det sociala, eller det kulturella, som går djupare än Vincentis modell. Men i båda deras beskrivningar finns det ett stopp för det externa eller det socialas inflytande vid den punkt då ingenjörerna väl har bestämt vilka parametrar som är relevanta. Då återstår bara den rena testen där ingenjören möter "the objectivity of obvious technical ..." (se ovanstående citat).

I Constants studie av turbojetmotorernas utveckling försöker han applicera denna modell av "technology as knowledge". Paradoxalt nog så beskriver han knappt alls, förutom på ett fåtal ställen, ingenjörernas tester eller kunskapspraktiker. Istället får test-data, då de refereras, status av fakta. Han refererar dem således oberoende av den praktik ur vilken de genererats. Så inleds boken med en kort lektion i den aeronautiska vetenskapens lärdomar för dem som "behöver" det. Vi får t ex lära oss om friktion, "lift and drag", samt "the thermodynamic cycle". Därefter ska vi vara bättre lämpade att, med Constants "hjälp", avgöra vad som kännetecknar framgång och misslyckande.

Utvecklingen av turbomotor var, enligt honom, inte entydig eller determinerad. Han pekar på vissa moment då ingenjören tvingades fatta beslut utifrån mycket osäkra grunder. När ett gammalt och ett nytt tekniskt system ska jämföras kan det vara svårt att i förväg avgöra vilken utvecklingspotential de har. Dessutom relateras systemen till olika parametrar för att beskriva deras prestanda, vilket ytterligare försvårar en jämförelse. Testningen får således den dubbla betydelsen av att antingen rädda det gamla systemet, eller kasta det över ända. Han konstaterar sålunda, utan att göra någonting av detta empiriskt, att: "[t]raditions of testability, and the techniques that express them, thus frequently become enmeshed in, rather than resolve, competition among systems" (Constant, 1980, s 22). Han hävdar emellertid att det, trots allt, är möjligt för en teknikhistoriker att skriva historien om teknikens faktiska egenskaper. Men man kan få vänta länge på att skriva den. Systemen kan jämföras objektivt, och är således "kommensurabla", åtminstone i historiens ljus. Däremot kan de historiska aktörerna ha skilda uppfattningar om hur de testade parametrarna inbördes ska vägas.

Ingenjör Rateaus nya kunskaper

Historien om ingenjör Auguste Rateau utgör ett av undantagen med avseende på testtraditionernas i övrigt undanskymda plats i boken. Enligt Constant uppfann han den första verkliga turbokompressorn. Han bidrog också med den första adekvata teorin för hur sådana fungerar, initierade tillverkningen av dem i Frankrike, samt marknadsförde dem utomlands. Dessutom utvecklade han ny testteknik och hårdvara som senare användes inom andra områden. Det är beskrivningen av den sistnämnda praktiken som är av intresse i vår artikel.

Constant presenterar Rateaus turbokompressor som en radikal innovation, vilket också krävde en radikal omdefiniering av de relevanta parametrarna för att beskriva teknikens prestanda. Constant delger oss att en diskussion fördes mellan Rateau, och andra ingenjörer i detta ämne, men han postulerar redan som utgångspunkt att Rateaus kritik av de gällande mätmetoderna var övertygande. Det gamla tillvägagångssättet var å andra sidan otillräckligt och fysiskt otillämpbart för turbokompressorn. Constant berättar också något om hur de historiska aktörerna såg på saken. Rateaus mätmetod, betraktades av vissa ingenjörer som missvisande eftersom den inte mätte de för den gamla tekniken mest relevanta parametrarna. Mätresultaten kom därför att överdriva skillnaderna mellan de teknologier som skulle beskrivas. Enligt Constant så svarade Rateau på kritiken genom att justera mätmetoden. Vad de kritiska aktörerna ansåg om denna nya lösning framgår inte av Constants studie, men historikern själv "konfirmerar" detta förfarande och betraktar den nya mätmetoden som mer representativ.

Man kan säga att Constant hoppar från tuva till tuva för att knyta ihop sin historia om ingenjörsarbetet som en autonom och kumulativ kunskapsuppbyggnad. För att lyckas med detta gör sig historikern själv till domare i tekniska konflikter. Vinnarna i den tekniska utvecklingen får i viss mån göra sin röst hörd, men förlorarna får tåga still. De förlorar för att de helt enkelt inte visste bättre, och de blir således ointressanta att lyssna på.

När Walter Vincenti på liknande sätt avgör historiska konflikter kring teknisk kunskap hänvisar han explicit till sin erfarenhet som ingenjör. Vi skall alltså lita på hans dom över de historiska aktörerna eftersom han själv är expert i ämnet. Detta förfarande är emellertid något märkligt om avsikten med studien var att beskriva ingenjörernas kunskapspraktiker. Väl framme vid "platsen för brottet" lämnar oss historikerna Constant och Vincenti utanför "avspärningen" och ber oss att lita på att de vet vad som hände där innanför. Constant undviker emellertid att explicit hänvisa till sin kompetens som ingenjör. I stället får själva succén,

tillsammans med vetenskapen, tjäna som legitimering för denna tveksamma historiska position:

The men who created the turbojet would test their engines with merciless rigor and report their success, or their failure, with un-equivocal candor while at the same time challenging the most sacred performance parameters and most fundamental assumptions of normal technology (Constant, 1980, s.241).

In each case the world discovered vicariously in scientific theory proved to exist in technological fact (Constant, 1980, s.244).

Möjligtvis har Edward Constant rätt i sin beskrivning, men det är svårt att från detta material dra dessa slutsatser. Ofta låter han "fakta" tala för sig själva. Vi berövas de historiska aktörernas egna uppfattningar och tolkningar i frågan. Diskussionen, vilken möjligtvis har förts, om teknikens funktionalitet och den tekniska kunskapens värde, saknas. Istället framhålls, så som hos Vincenti, bilden av ingenjören som autonom expert. De beskriver inte ingenjörerna som ensamma genier, utan som delar av institutioner eller kollektiv. Ingenjörerna är kompetenta och står som grupp på egna ben, i och med den speciella länken av målmedel-rationalitet, tekniskt handlag och teknisk kunskap. Är de inte personer att beundra?

Men om vi efter dessa inledande fallstudier känner oss lite "lurade på konfekten", då vi istället för detaljerade beskrivningar av testpraktiker bara fick ett antal "koncept", kan vi fortsätta med att undersöka vad de erbjuder istället, dvs en evolutionär teori om kunskapsutveckling.

Teknik som evolutionär berättelse

Donald Campbells arbeten har varit en viktig inspirationskälla när det gäller den evolutionära teoribildningen som både Vincenti och Constant företräder. Constant var den första att, i sin avhandling *The Origin of the Turbojet Revolution*, bygga på Campbells teorier. I denna, såväl som i andra studier, används han huvudsakligen av två skäl. Det ena är att hålla undan den extrema relativismen, och det andra är att understödja tanken på teknisk testbarhet som garanti för "real progress" gällande den tekniska kunskapsutvecklingen. I enlighet med det första syftet konstaterar han:

I share Donald Campbell's view that the 'locus of objectivity' in science (assuming there is any) lies in some socially-prescribed set of rituals and behavioural norms which define and enforce testability, replicability, open, candid and prompt publication, and so on. Thus, I view science as a socially-constructed activity, and I believe it to be objective - and I think it is both (Constant, 1984, s 28).²

På detta sätt lyckas han både hålla med konstruktivisterna i deras uppfattning att teknisk praktik är knuten till en social grupp och traditionsbunden, och trots detta hävda att den överensstämmer med "rational practice in its broadest cultural sense" (Constant, 1983, s 198). Han går till och med så långt att han påstår att ingenjörernas gemenskaper tenderar att vara mer rationella än deras vetenskapliga bröders, eftersom det är lättare att eliminera en teknik än en vetenskaplig teori. Han menar att Campbells epistemologi är lättare att applicera på teknik eftersom tekniska artefakter selekterar sig själva:

Technology explores the environment directly, not 'vicariously' as does science. Technological artifacts are subject to direct environmental elimination in ways that scientific theories are not: planes crash, engines explode, wheels fall off, toasters go beserk... (Constant, 1984, s 35)

Constant hävdar att tekniken har ett annat osäkerhetsområde ("locus of ambiguity") än vetenskapen. Teknik tolererar mindre osäkerhet än de vetenskapliga teorierna, vilket gör det lättare att mer rigoröst testa teknik.³ Antingen fungerar teknik, eller så gör den det inte. Märkvärdigare än så är det inte.

Konstruktivistisk testning

Det finns ett antal grundläggande analytiska problem kring detta sätt att beskriva teknisk kunskap som inte behandlas av Vincenti eller Constant. Testning är inte bara ett centralt tema i den evolutionära berättelse som Constant och Vincenti

² Det kan vara av intresse att notera att den titel som Constant använder till sitt bidrag till Bijker, Hughes and Pinch red.(1987) dvs "The Social Locus of Technological Practice: Community, System, or Organization?" , alluderar på Campbells "presidential adress" 1969 till American Psychological Association. Han kallade detta "Objectivity and the Social Locus of Scientific Knowledge".

³ Campbell tillskriver förstås Popper som grundläggaren av den evolutionära epistemologin, något som Constant är medveten om: "We choose the theory which best holds its own in competition with other theories; the one which, by natural selection, proves itself fittest to survive. This will be the one which not only has hitherto stood up to the severest tests, but the one which is also testable in the most rigorous way" (Popper citerad i Campbell 1974/87: 49).

spinner på. Under åttiotalet har ett ökande antal forskare, med utgångspunkter i en konstruktivistisk vetenskapsociologi, också kommit att intressera sig för teknikstudier (Elam, 1994, Elam and Juhlin, 1994). Denna teoribildning har också klara implikationer för beskrivningen av ingenjörernas testprocedurer (Pinch, 1993). En form av analytisk kritik som konstruktivisterna använder för att öppna upp för empiriska studier, utgår från den sk Duhem-Quine-principen. Enligt den tesen kan det "materiella" aldrig avgöra en konflikt mellan forskares, eller ingenjörers, olika uppfattningar om denna, då varje form av experiment alltid är regelmässigt underbestämd. En envis kritiker kan alltid hitta luckor och icke-testade utgångspunkter i en experimentell uppställning. Samma problem kommer givetvis att drabba de ingenjörer som testar teknik. Därför finns heller ingen möjlighet för ett experiment, eller teknikens "faktiska" egenskaper, att avgöra vilken av t ex två propellrar som fungerar bäst; så som Walter Vincenti beskriver parametervariation. En konstruktivist skulle t ex påpeka betydelsen av förståelsen för att kunna genomföra ett sådant experiment. Artefaktens prestanda bestäms med avseende på de parametrar som "definierats" som de viktiga, vilka i sig inte fastställts med experimentell metod. Om man tar sig för att kontrollera dessa uppstår ånyo samma fråga; dessa parametrar är nu experimentellt fastställda, men också de utifrån en "definierad" förutsättning som i sin tur måste testas. Ingenjörens "systematiska parametervariation" riskerar att bli hans första och sista projekt. För att ett resultat överhuvudtaget ska kunna erhållas krävs det alltså någon form av begränsning eller överenskommelse närvarande under arbetet.

Konstruktivisterna menar alltså att i den mån det sker en selektion mellan olika teknologier, så är den inte "naturlig". Det finns inget som är bestämt att utvecklas på ett eller annat sätt (Law, 1991, s 6). När teknikhistorikerna talar om hur tester skapar objektiv kunskap och oomkullrunneliga påståenden om teknisk prestanda, så talar konstruktivisterna om tester som ett sätt att skapa överenskommelser om tekniska prestanda. För teknikhistorikerna kan politik bara påverka ett test utifrån, men för konstruktivisterna är politik en ständig del av denna praktik.

Utifrån den erfarenhet man har skaffat sig genom studier av vetenskapliga experiment betraktar man teknisk testning som huvudsakligen en diskussion gällande likhet och avvikelse. Inom vetenskapsociologin har reproduktion av experiment studerats i termer av övertygande argumentation för att etablera likhet och utplåna olikhet (Collins, 1992). I samma tradition föreslår konstruktivisterna att vi studerar teknik som sätt att t ex fixera relationen mellan tester av flygplansmodeller i vindtunnlar och i normalt bruk; mellan prestanda för en

specifik SAAB 9000 och alla SAAB 9000; mellan en Macintosh Classic i London och en i Moheda; mellan en kärnkraftsreaktors egenskaper idag och i morgon; mellan effekten av en ny smärtlindrande medicin på en man och en kvinna osv. Trevor Pinch pratar om testning som "acts of projection" från det unika testet till alla de andra situationerna som påstås vara lika (Pinch, 1993, s 29).⁴ Därför är överenskommelser kring relationen mellan likhet och avvikelse det sätt varmed teknikens funktionalitet bestäms.

På samma sätt som Constant menar konstruktivisterna att teknisk testning sker utifrån en gemenskap, och att den styrs av konventioner. Men istället för att koppla denna konvention till "rational practice", så betraktar man den bara som just "accepted practice":

That something is testable, and what it is to test it adequately, cannot simply be an individual matter, but will be defined by the consensual practices of groups of accredited practitioners. Often this will sharply curtail the possibility of successful challenge to test results. That a test has been conducted according to 'accepted practice' will under most circumstances be a weighty reply to any criticism. To go on to challenge 'accepted practice' will be to challenge the community of practitioners itself (MacKenzie, 1989, s 416).

Konstruktivisterna riktar också sökljuset mot den tysta kunskapen eller testarens handlag när det gäller testningen. Den konstruktivistiska vetenskapsociologin har lärt oss att experiment inte är enkla att genomföra, utan kräver en hel del skickligt hantverk av dem som genomför dem. Vetenskapsmännen måste lära sig att utföra dem på rätt sätt. Om ett experiment inte producerar det resultat som man förväntat sig är det därför alltid möjligt att skylla resultatet på en inkompetent experimentator. Vad gäller teknik så kan alltså en representant för en artefakt skylla dåliga resultat på testpersonalen eller användarna. Javisst, planet kraschade och hjulet föll av, men det var pilotens fel. Javisst, brödrosten löpte amok, men låt inte barnen leka med den i fortsättningen. Så precis på den punkt där den tekniska kunskapen är objektiv, opersonlig rigorös, explicit och säker enligt den epsitemologiska teknikhistorien, så menar konstruktivisterna att tyst kunskap och handlag spelar en avgörande roll.

Konstruktivisterna betraktar testning snarare som ett tillfälle för att fastställa förväntningarna på en ny teknik. Testning fungerar som ett sätt att bestämma vad

⁴ Istället för att tala i termer av "acts of projections" så diskuterar Donald MacKenzie "the removal of modalities" och förskjutningar som t ex "on the 7th of March Ford Escort number 2345 was driven by Anne Smith along the B749 road for what its odometer registered as 35 miles on what Joe Bloggs said was a gallon of four-star petrol" to statements like "the petrol consumption of the Ford Escort is 35 miles per gallon" (MacKenzie 1989: 414-415).

som man rimligen kan förvänta sig av ingenjörerna, snarare än att utgöra en situation där tekniken i sig accepteras eller elimineras.⁵ En punktering, eller tusen dödade barn, eliminerar knappast bilen. Men under ett test definieras vad som ska anses vara ett allvarligt fel, eller en unik händelse. Dessutom handlar test om att producera förväntningar om framtida användare, på samma gång som tekniken testas. Steve Woolgar kallar detta "configuring the user" (Woolgar, 1991). Gränserna för ett korrekt hanterande av tekniken fastställs. Människor som glömmer att tanka anses inte vara kompetenta att äga en bil. Under test skiljer man på de fel som kan tillskrivas användarna eller testarna, och de som kan tillskrivas apparaterna. Det rätta sättet att umgås med maskiner kan därför, enligt konstruktivisterna, snarast förstås som kulturella koder.

Avslutningsvis menar de att dessa "acts of projections" kan förstås som aktörernas *intressen*. Då varje testaktivitet sker i en unik situation kan de individer som utför arbetet inte undkomma att vara influerade av någon annans intresse. Ett bilföretag har intresse av att testa bilarna så att de kan sägas tillfredsställa kundernas önskemål. En ingenjör kan utföra ett test så att det främjar hans karriär. Samma typ av argumentation kan också drivas med avseende på de grupperingar som Constant och Vincenti refererar till. Varje sådan gemenskap kan sägas ha sitt eget kunskapsintresse i förhållande till den hierarki i vilken man arbetar. Integreringen av olika komponenter i system kommer nästan oundvikligen att leda till en konfrontation mellan olika kunskapsanspråk och debatter om testresultat. Istället för att testresultaten antas som orubbliga fakta kommer de att omförhandlas. En del av dessa som betraktas som mycket representativa kommer att betraktas som mindre trovärdiga än andra. Viss testpersonal kommer att betraktas som mindre trovärdig än annan. Vissa mätinstrument kommer att betraktas som bättre fungerande jämfört med annan apparatur. Om allt går som det ska kommer en väl fungerande teknologi att uppstå. Men hur den fungerar kommer att vara resultatet av en förhandling ("trial of strength") mellan olika grupperingar, snarare än som ett resultat av en naturlig urvalsprocess. Med intresse-begreppet menar inte konstruktivisterna att tester används för att sprida lögn. De hävdar bara att all kunskap kommer från någon specifik plats - från någon kulturell plats.⁶

⁵ Harry Collins (1988) har också skrivit om testning som demonstrationer och "public displays" t ex när transportföretag velat demonstrera funktionaliteten i teknik för förflyttning av radioaktivt avfall.

⁶När all kunskap betraktas som socialt situerad så vänds bilden av isolerade ingenjörer, som utträttat rent tekniskt arbete som påverkas utifrån av "samhället", upp och ner. Istället kan vi se framför oss utspridda användargrupper som försöker utmana beskrivningar av teknikens funktionalitet, och den kollektiva tyngden av alla experttalanden som trycker ner dem och får dem att tystna.

De epistemologiska teknikhistorikernas syn på konstruktivisterna

Constant och Vincenti liknar också varandra i det att de bägge sett som sin uppgift att kommentera de konstruktivistiska teknikstudierna, och framförallt de två volymerna som redigerats av Bijker, Hughes och Pinch (Bijker, et al., 1987) samt Bijker och Law (Bijker and Law, 1992).⁷ Ingen av dem fördömer dessa arbeten i sin helhet, men intresset för dem är uteslutande riktat mot sådant som kan infogas i ett bredare evolutionärt perspektiv. Vincenti använder ett diagram för att filtrera fram "the scope for social impacts in engineering outcomes" från de konstruktivistiska studierna, vilket i princip innebär att han tvingar in dessa studier under dikotomierna intern/extern (Vincenti, 1992, s 29-34, Vincenti, 1991, Vincenti, 1994, s 26-31). Möjligheten av "social construction" minskar då de tekniska begränsningarna ökar:

To circumvent technical constraints is often exceedingly difficult, the more the greater the number and rigidity of constraints. To the extent that the constraints involve *physical laws* (vår kursiv), it may even be impossible (Vincenti, 1991, s.765).

Vincenti kopplar också relevansen av det konstruktivistiska perspektivet till förekomsten av sociala konflikter, vilket likställs med "externa" konflikter. När ingenjörerna själva inte kan komma överens och hamnar i konflikter blir den konstruktivistiska synen också då irrelevant. Dessa interna konflikter tonas ned i betydelse. Konflikterna relateras inte till kunskapsproduktionen i sig utan hamnar lite på sidan om. I *Britannia Bridge* beskrivs konflikterna som mer personliga än professionella. I *What Engineers Know and How They Know It* hanterar han dem på ett annat sätt. Konflikterna relateras i och för sig till artefakterna och kunskapen om dessa. Men Vincenti inför en asymmetri och behandlar den ena sidan som den som faktiskt hade kunskap, medan den andra sidan hade fel. Dessa konflikter blir därför inte heller här en del av kunskapsproduktionen.

För konstruktivisterna finns en intersubjektivt präglad praktik närvarande i all testning. Genom att spegla denna kan vi förstå hur vi överhuvudtaget kan bli överens om ett testresultat, dvs hur vi kan transformera den potentiellt alltid öppna testaktiviteten till ett slutet och "objektivt" tekniskt faktum. Ett sätt att metodologiskt komma åt denna interaktion är när aktörerna själva intresserar sig för den, vilket ofta händer under konflikter.⁸ Walter Vincenti sammanblandar

⁷ Constant deltar också i den förstnämnda volymen.

⁸ För en diskussion om detta se Collins (1992) eller Latour (1987).

därför ontologi med metodologi när han säger att det konstruktivistiska perspektivet är användbart bara då det går att empiriskt studera sociala konflikter.

Även Constant använder perspektivet "the social as external talk" för att hantera konstruktivismen, kombinerat med ett slags "slutgiltigt argument", och göra den evolutionära teorin trovärdig:

[N]o matter what the corporate or institutional power of various actors or the felicity of their powers of persuasion or negotiation and no matter what the strength of their allies, the retractable gear had still better go up and down on cue, and the airplane of which it is a subsystem had better meet its (duly negotiated) performance guarantees. As in nature, selection occurs, like it or not, come what may (Constant, 1994, s 448-449).

Vi menar därför att de egentligen inte söker en dialog genom att ge sig ut på ny och osäker mark, utan istället försöker de inkapsla konstruktivisterna i sina egna modeller⁹. Walter Vincenti och Edward Constant förbehåller sig rätten att selektera mellan det sociala och den tekniska kunskapen. De menar att det sociala är relevant i sammanhanget men att det bara gäller vissa delar av den tekniska arbetet. Ibland präglas ingenjörerna av samhället i sitt arbete, ibland är det naturen själv som talar.

Enligt vetenskapshistorikern Steven Shapin blir ett sådant perspektiv problematiskt om man betraktar objektivismen och relativismen som teorier, eftersom selektionen inte bidrar till diskussionen om orsaksförklaringarnas respektive "validitet". Steven Shapin menar att teorierna snarare bör betraktas som "inappropriate". Slutledningen borde då vara att man inte kan generalisera om ingenjörernas kunskaper, snarare än att säga att den korrekta teorin för att beskriva vad ingenjören vet och utgår ifrån ligger någonstans mellan två extrempositioner.¹⁰

⁹ Möjligheten av ett sådant bredare evolutionärt scenario växer om vi tar hänsyn till parallella arbeten av forskare som också försökt illustrera evolutionära beskrivningar av teknikutvecklingen t ex Christopher Freeman, Richard Nelson & Sidney Winter, Nathan Rosenberg, George Basalla, Giovanni Dosi och Stanley Metcalfe. I en "färsk" översikt diskuterar Richard Nelson Vincentis perspektiv och finner att det har en slående likhet med hans egen modell (Nelson 1994: 25).

¹⁰ Den avvisande, eller snarare selektiva, inställningen gentemot den konstruktivistiska forskningen går igen också hos andra teknikhistoriker. Ungefär samma "demarkation" drabbar Donald MacKenzie, en annan konstruktivistisk forskare, när David DeVorkin recenserar hans magnum opus *Inventing Accuracy: A Historical Sociology of Nuclear Missile Guidance in Technology and Culture* (DeVorkin, 1992 och MacKenzie, 1990). Hela det relativistiska forskningsprogrammet omvandlas av DeVorkin till en fråga om intern teknisk utveckling versus externa sociala, ekonomiska och politiska krafter. Den retoriska dimensionen i teknikutvecklingen orsakas, enligt DeVorkin, av de stora ekonomiska kostnaderna som är investerade i systemet. Den konstruktivistiska ansatsen hos MacKenzie, vilken kanske är tydligast i kapitlet "The Construction of Technical Facts", beskrivs som något välkänt bland tidskriften *Technology and Cultures* läsare. Ansatsen är bara paketerad i nya kläder. De gamla slitna kategorierna internt-tekniskt och externt-

Det är viktigt att påpeka att de presenterade teknikhistorikerna inte företräder någon endimensionell uppfattning vad gäller teknisk kunskap. De menar alla att teknisk kunskap, relaterad till designprocessen, ska ses som något unikt just i sin kombination av "skill" och systematiskt, rationellt kunskapssökande. Vad vi vill peka på är att de använder en tveksam empirisk fokusering av var dessa praktiker föregår. De som skildrar teknik som "skill" söker sig andra empiriska områden än de som skildrar teknisk kunskap som något systematiskt och empiriskt. Referens till testdata tycks räcka som intäkt för att kunskapen ska bli objektiv.¹¹

Det kan därför uppfattas som paradoxalt att den andra typen av kritik som konstruktivismen utsatts för från vissa teknikhistoriker handlar just om otillräcklig empiri. Den brittiske teknikhistorikern R. A. Buchanan har i en debattartikel talat om den nya forskningen som bara en "jumble of conceptual devices", vilken inte tillför teknikhistorien någonting (Buchanan, 1991, s 371). Den amerikanske teknikhistorikern Bruce Seely har också uttryckt oro för att användandet av komplexa sociologiska teorier skulle minska värdet av empiriskt arbete inom det teknikhistoriska fältet (Staudenmaier, 1990, s 718). För oss är det tvärtemot så att det är teknikhistorikerna, och i synnerhet de som vi studerat i denna uppsats, som betraktar ett tekniskt test som något av en frisedel från historiskt arbete. Detta är om något en teoretisk idé, och det finns fortfarande rum för empiriska historiska berättelser som tar sin utgångspunkt på andra sidan testplatsernas avgränsningar.

Teknikhistoria som gränssättande

Ett sätt att trots allt få dessa perspektiv att mötas är att analysera det ena med hjälp av begrepp hämtade från det andra. Det ligger förstås nära till hands då historia också definieras som "forskning". I denna artikel tar vi oss också an uppgiften att försöka förstå hur teknikhistorikerna beskriver kunskap som en *gränssättande* praktik.¹² John Staudenmaiers beskrivning av externalism/

socialt tycks alltså, utan problem, härbergära den konstruktivistiska tekniksociologin, trots att så inte är fallet inom vetenskapssociologin.

¹¹ Den teknikhistoriker som gjorts sig känd som den mest intresserade skildraren av det "tysta" kunskapselementen, dvs Eugene Fergusson, kan därför i *Engineering and the Mind's Eye* utan problem referera Walter Vincents arbeten utan att dessa analytiskt "krockar" (Ferguson, 1993).

¹² Det är förstås möjligt att betrakta den konstruktivistiska forskningen enligt samma perspektiv, vilket också ligger i linje med det sk. reflexiva programmet (se Elam & Juhlin 1994). Vi väljer emellertid att lämna detta åt sidan, även om denna sida av saken skulle kunna vara av intresse. Harry Collins tycks t.ex. att välja att kalla viss praktik för "public experiment", vilket lika gärna skulle kunna kallas för "test". Han placerar därmed sitt arbete i en annan diskurs (Se Collins, 1988). Trevor Pinch artikel om testning är också intressant i det att den försöker undvika att bygga en gräns mellan de två forskningsfält vi har diskuterat i denna uppsats. Trevor Pinch är också en av de forskare som verkar både bland de konstruktivistiska vetenskapssociologerna och inom organisationen SHOT. Man kan också peka på en sådan "konsensus-strategi" från konstruktivisternas sida, då de aldrig berör de teoretiska olikheter vi pekat på, mellan deras egna perspektiv och t.ex Edward Constant och

internalism-debatten, och positioneringen inom densamma, handlar explicit om att markera en gräns mellan vad som finns inuti och utanför ingenjörernas värld. Att dra gränser och rita kartor är också ett av de mer klassiska områdena inom både det naturvetenskapliga och det tekniska arbetsfältet. Land har uppmätts, farleder stakats ut, höjdkurvor prickats in i handböcker och gränser stakats ut.

Ett växande tema inom den konstruktivistiska kunskapsociologin gör gällande att begreppet *gränssättande* ("boundary work") är fruktbart även som metafor då man vill förstå vetenskapligt och tekniskt arbete. De landskap som tecknas är, utifrån detta perspektiv, kartblad av dessa praktikers egna institutioner. I vissa situationer ställer sig aktörerna frågor som pekar mot arbetets gränser: Av vad består tekniskt arbete? Hur skiljer sig vetenskaplig kunskap från sunt förnuft? Är denne person verkligen en vetenskapsman? Är detta ett resultat av kompetent ingenjörarbete? När ingenjörerna eller vetenskapsmännen reflekterar kring arbetets tillhörighet och innehåll kan detta förstås som en praktik i sig som görs i en specifik social kontext.

Inom den konstruktivistiska kunskapsociologin menar man att det inte finns några ständigt giltiga och sanna svar på denna typ av frågor. Det är t ex inte möjligt att göra några universella demarkationer av den vetenskapliga eller tekniska kulturen från någon annan. Svaren på sådana frågor varierar från ett kulturellt sammanhang till ett annat. Men själva praktiken att ställa sådana mer generella frågor kring sitt arbete har visat sig vara ett intressant material att utgå ifrån vid konstruktivistiska analyser. Thomas Gieryn sammanfattar detta perspektiv i artikeln *Boundaries of Science* (Gieryn, 1995). Han menar att dessa typer av diskussioner istället ska förstås som *gränssättande*:

[b]oundary-work occurs as people contend for, legitimate, or challenge the cognitive authority of science- and the credibility, prestige, power, and material resources that attend such a privileged position. Pragmatic demarcations of science from non-science are driven by a social interest in claiming, expanding, protecting, monopolizing, usurping, denying, or restricting the cognitive authority of science (Gieryn, 1995, s 405).

Konstruktivisterna väljer att inte engagera sig i frågan om hur den riktiga demarkationen bör göras, utan väljer att se frågeställandet på distans. De försöker beskriva och förstå varför dessa frågor överhuvudtaget kommer att resas. De föreslår att gränssättande kan förstås som de sätt varmed grupper och individer skapar ordning och mening i sin värld. Man kan också förstå det ur ett

Thomas Hughes, i antologier som t ex *The Social Construction of Technological Systems* (Bijker et al, 1987) där de trots allt deltar tillsammans.

maktperspektiv. Här blir begreppen instrument och stakkäppar för en profession eller en grupp i sin ambition att hålla sig framme och få inflytande. Dessa "kartor" är emellertid inte tillräckliga för att förstå vilken sida som vinner auktoritet. Men de skapar regler för att fatta andra typer av beslut t ex vem som släpps in i en grupp, vem som ska få del av forskningsmedel, vem som ska få publicera sig i tidskrifter osv. Denna metafor kan också vara användbar när vi närmare granskar diskussionerna kring teknikhistorien och synen på ingenjörernas kunskap. Vi menar att demarkationen som Constant och Vincenti gör kan förstås utifrån tre diskursiva fält: teknikens roll i samhället, ingenjörernas maktposition och etableringen av det teknikhistoriska forskningsfältet.

Samhällets framsteg, professionens möjligheter och den akademiska expansionen

I det följande ska vi återvända till den teknikhistoriska debatten om bl a externalism och internalism. Frågan är om vi kan förstå teknikhistorikernas avvisande av konstruktivismen, och den evolutionära modellen, som politiska praktiker. För att förstå teknikhistorikernas gränssättande som strategier kan vi bl a vända oss till en av deras krönikörer. John Staudenmaier tillåter sig i sin avhandling en försiktig tolkning av teknikhistorikernas "world view" vad avser synen på *teknikens roll i samhället* antingen som generell välgörare eller eliternas verktyg (Staudenmaier, 1985). Han menar att kopplingen mellan dessa historiker och organisationer som *American Association for the Advancement of Science* skulle kunna tyda på en konservativ samhällssyn, och också på en associerad internalism. "In such a view, SHOT historians would be little more than Whig historians who chronicle the success story of Western technological achievements" (Staudenmaier, 1985, s 25). Intresset för en kontextuell historia skulle tyda på motsatsen. Han menar emellertid att avsaknaden av vissa tematiska kontexter, som t ex arbetarnas och tredje världens teknikhistoria, trots allt indikerar en konservativ världsuppfattning. Staudenmaier har också i artikeln *Recent Trends in the History of Technology* mer precist pekat på denna konflikt inom den amerikanska teknikhistorien (Staudenmaier, 1990). Han syftar på debatten mellan "old history" och "new history". Representanterna för den förstnämnda är rädda för att en betoning av teknikens baksida ("dark side") skulle undanskymma dess huvudsakligen positiva inverkan på samhället. Här betonas istället de rationella elementen. Förespråkarna för "new history", å andra sidan, betraktar utvecklingen som konfliktfylld och beskriver teknikens irrationalitet som ett uttryck för politiska och kulturella drivkrafter bl a för att främja samhällets eliter (Staudenmaier, 1990, s 725).

Alla de begrepp de använder för att beskriva positionerna, dvs gammal/ny och mörk/ljus, är så tydligt mer än beskrivningar av denna diskurs. Begreppen är också sätt att ta ställning, och metoder att försöka konsolidera vissa gränser. John Staudenmaiers beskrivning är inte neutral utan förespråkar både en bild av den teknikhistoriska världen, och hur den ska förstås i moraliska termer. Det gamla ("old") är förlegat och omodernt. Enligt Brooke Hindle, en stark kritiker av externalismen och något av en motpol i denna diskussion, ska externalismen istället förstås som "dark". Metaforen pekar mot något som inte är "upp-lyst" och således antimodernt, och framstegsfientligt (Hindle, 1989, s. 242).

Då Layton, Vincenti, Constant och Laudan etablerar en ny epistemologiskt inriktad teknikhistoria uppstår frågan hur denna ska betraktas i ljuset, eller mörkret, av denna vokabulär. Ska vi se den som "old/light" eller "new/dark"(Staudenmaier, 1990, s.715)? Vi menar att fokuseringen på testverksamheten som en rationell verksamhet präglad av konsensus pekar mot en betraktelse av forskningsfältet som "old history". Då den utmålar testning som en rationell och objektiv aktivitet är det ett nytt försök att kapa åt sig äran av "progress". Motviljan mot konstruktivistiska teknikstudier kan också förstås utifrån denna bakgrund. Konstruktivisterna använder sig bl a. av konfliktstudier som metod. Men de har också pekat på "förhandling" som ett utbrett element inom t ex den experimentella praktiken. Betoningen av det komplexa, mångtydiga, och konfliktfyllda placerar ingenjörsvärlden på samhällets mörka sida.

Men beskrivningen av teknisk kunskap, enligt den evolutionära modellen, kan också sägas ha en politisk betydelse i relation till ingenjörerna som *profession*. Begreppet autonomi, som det används av de nya internalisterna, har också en koppling till ingenjörernas framtida position i samhället. Gary Gutting har beskrivit skillnaden mellan vetenskap och teknik i dessa termer (Gutting, 1984). Han menar att vetenskapsmännen har en legitimerad rätt att värdera sitt eget arbete, eftersom de endast indirekt är kopplade till samhällets behov, och samtidigt anses uppfylla dessa bäst om de lämnas åt sig själva. Han menar att det motsatta förhållandet gäller för ingenjörerna. Värderingarna som präglar ingenjörssamhället är direkt relaterade till samhällets mest betydelsefulla frågeställningar, dvs medborgarnas materiella välfärd. Därför lämnas inte heller ingenjörerna i fred när de utformar och bygger sin teknik (Gutting, 1984, s.61). Huruvida ens praktik beskrivs som teknik eller vetenskap är således också kopplat till gruppens autonomi. Vetenskaplig legitimitet ger autonomi, medan teknisk dito minskar denna. Men legitimiteten ska nog snarare ses som kopplad till förfogandet av en generell metod. Vetenskapen får sin legitimitet genom att dess praktiker sägs förfoga över en sådan universell metod, medan teknikerna

beskrivs som om de arbetar mer under tillfälligheter och kontextens krav. Ju mer ingenjörerna kan sägas förfoga över generella metoder och generell kunskap desto större autonomi kan de nå i förhållande till den kontext i vilken de arbetar. De teknikhistoriker som vi studerat konstruerar en plats mellan den enskilda uppfinnarens bortvända vrå, och skuggan av det blänkande vetenskapliga laboratoriet.¹³

Narrationen i t ex Vincentis skildringar kan sägas återspegla denna diskurs (Juhlin, 1994). Han beskriver bl a hur en uppfinnare i populärpressen initialt skildrades som den ensamme hjälten som på egen hand utmanade och vann över det akademiska etablissemanget, utan att erhålla något erkännande från detta. Vincenti drar slutsatsen: "Engineering knowledge - and misinterpretations of it - serves purposes other than purely technical". Uppfinnaren användes av journalisterna för att underbygga en mytologi om den ensammes och starkes kraft, samt individens rättmätiga kamp mot ett hämmande kollektiv. Men Vincentis historia är inte en ren "analys" utan också en berättelse som tjänar ett syfte. Och syftet är det omvända, dvs att sätta ingenjörspessionen i förgrunden och dess individer i bakgrunden. Det är i en sådan kontext man ska förstå försöket att konstituera ingenjörspraktiken som en "autonom kunskapsform". Det handlar snarare om ingenjörskårens autonomi och inflytande än om kunskapsformens autonomi; om expertkollektivets styrka jämfört med inflytandet av en handfull genier i ett hav av ingenjörbyråkrater.

Den mer allmänna tystnaden och bristen på entusiasm inför konstruktivismen från teknikhistoriskt håll, dvs även från "externalisterna", kräver ytterligare tolkning. Vi kan förstå gränsdragningen mellan konstruktivisterna å den ena sidan och teknikhistorikerna å den andra, som ett sätt att vinna autonomi också för *ingenjörernas talesmän*, dvs historikerna. Till och med Brooke Hindle, den hårdaste kritikern av externalismen, säger sig vilja ha kvar detta perspektiv inom forskningsområdet:

For historians, this means that darksiders attacking the current and historical American world can still supply useful information - so long as they remain minority. The only necessity is that the bulk of the history of technology remains positive, as it is now, and that most large-scale synthesis also be positive (Hindle, 1989, s. 242).

Kritiken mot "externalisterna" handlar inte om ett förkastande av perspektivet utan om en annorlunda blandning. John Staudenmaiers kritik är av liknande slag.

¹³ Laudan skriver i "Introduction" att teknikhistorikerna inte gärna velat se kopplingarna till vetenskapen eftersom beskrivningen "tillämpad vetenskap" skymmer ingenjörerna.

Han förkastar inte internalismen. Han vill bara addera ytterligare några marginaliserade grupper, t ex arbetare och indianer. Båda dessa debattörer engagerar sig i en inter-akademisk gränsförhandling där begreppen mörkmän, nytt och gammalt utgör stakkäppar. De vill på olika sätt justera vad som tillhör landet "Teknikhistoria" och vad som ska hållas utanför. De tycks däremot helt dela synen på vad som konstituerar denna gräns. På så sätt hamnar de båda inom det unga och expansiva forskningsområdet teknikhistoria. Man kan säga att de underbygger den scen på vilken de alla får möjlighet att berätta sina "kontextuella" historier. Själva begreppen internalism och externalism har kommit att bli en del av den "jumble of conceptual devices" som konstituerar vad som får kallas teknikhistoria och vad som inte får det.

Slutsats

Både gruppen av konstruktivister och epistemologiska teknikhistoriker vill komma in och studera teknikens "svarta låda", men utifrån mycket skilda motiv. De presenterade teknikhistorikerna vill komma in i lådan för att höja dess status och frigöra den från nedklassning som "tillämpad vetenskap". Konstruktivisterna vill komma in för att moderera beskrivningarna. Historikerna snickrar ihop en evolutionär berättelse om hög lärdom och objektiv kunskap. I själva verket hävdar de att teknisk kunskap är mer rationell och objektiv än den vetenskapliga varianten, eftersom artefakter är lättare att testa jämfört med teorier. Konstruktivisterna hävdar att det kan vara rätt att säga att ingenjörerna förfogar över expertkunskap, men denna kunskap ska förstås på samma sätt som all annan kunskap, dvs som socialt situerad och otillförlitlig. Konstruktivisterna ägnar sig åt att diskutera hur svag och instabil den svarta lådan är.

Den epistemologiska teknikhistoriens framgång beror på att de placerat tekniken i nivå med vetenskapen. Tekniken hotar inte längre att förorena och förfuska vetenskapen. Den antas nu vara tillräckligt "ren" för att betraktas som symbiotisk med vetenskapen. Interaktionen mellan dessa kan numera betraktas som sund. Men å andra sidan har nu "samhället" hamnat lite illa ute. Tidigare kunde endast teknologin tillämpa vetenskap, men nu kan samhället bara tillämpa teknik. Samhället kan inte beröra tekniken, eftersom det helt enkelt inte är lämpat att göra det. Analytiskt sett kan man säga att den nya epistemologiska teknikhistorien har immuniserat tekniken mot samhället. Tekniken är en trovärdig kamrat till vetenskapen, nu när all "hemska" politik har kastats ut. Vincenti och Constant serverar oss en delvis avpolitiserad bild av tekniskt arbete. Skönheten i denna bild, om man är ingenjör, är att den fritar dem från all eventuell skuld

gällande vad det irrationella samhället (militär, kommers osv) gör med deras teknik. Eftersom de producerar objektiv kunskap så kan ingenjörerna, på samma sätt som vetenskapsmännen, betrakta sig som neutrala.

Litteratur

Barnes, B.: "The Science-Technology Relationship: A Model and a Query", *Social Studies of Science* Vol. 12 (1982) s.166-72

Bijker, Wiebe E., Hughes, Thomas P., et al., *The Social Construction of Technological Systems* (Cambridge, MIT Press, 1987)

Bijker, Wiebe E. och Law, John, *Shaping Technology/Building Society* (Cambridge, MIT Press, 1992)

Buchanan, R. A.: "Theory and Narrative in the History of Technology" *Technology and Culture* Vol. 32 (1991) s.365-376

Collins, H.M.: "Public Experiments and Displays of Virtuosity: The Core-Set Revisited", *Social Studies of Science*, Vol. 18 (1988) s. 725-48

Collins, H.M., *Changing Order: Replication and Induction in Scientific Practice* (Chicago, The University of Chicago Press, 1992)

Constant, Edward W.: "Comment on "The Retractable Landing Gear and the Northrop Anomaly", *Technology and Culture* Vol. 35 (1994) pp.447-449

Constant, Edward W.: "Scientific Theory and Technological Testability: Science, Dynamometers, and Water Turbines in the 19th Century", *Technology and Culture* Vol. 24 (1983) s.183-198

Constant, Edward W., *The Origins of the Turbojet Revolutions* (London, Johns Hopkins University Press, 1980)

Constant, Edward W.: "Communities and Hierarchies: Structure in the Practice of Science and Technology" I: *The Nature of Technological Knowledge. Are Models of Scientific Change Relevant?* , R. Laudan (Dordrecht, D.Reidel Publishing Company, 1984)

DeVorkin, David: "Book Review: Inventing Accuracy by MacKenzie", *Technology and Culture* Vol. 33 (1992) s. 649-53

Elam, Mark: "Anti anti-constructivism or Laying the the Fears of a Langdon Winner to Rest", *Science, Technology & Human Values* Vol. 19 (1994) s.101-106

Elam, Mark och Juhlin, Oskar: "Den konstruktivistiska tekniksociologins politiska praktik: Konstruktivisterna som solida poeter, intellektuella hantverkare, eller samhällsvetare.", *VEST Tidskrift för vetenskapsstudier* Vol. 7 (1994) s.37-61

Ferguson, Eugene S., *Engineering and the Mind's Eye* (Cambridge, MIT Press, 1993)

Gieryn, Thomas F.: "Boundaries of Science" In: *Handbook of Science and Technology Studies* , S. Jasanoff, G. E. Markle, J. C. Petersen och T. Pinch (London, SAGE, 1995) s.393-444

Gutting, Gary: "Paradigms, Revolutions and Technology" In: *The Nature of Technological Knowledge. Are Models of Scientific Change Relevant?* , R. Laudan (Dordrecht, D.Reidel Publishing Company, 1984)

Hindle, Brooke: "Historians of Technology and the Context of History" I: *In Context: Essays in Honor of Melvin Kranzberg* , S. H. Cutcliffe och R. C. Post (London, Associated University Press, 1989) s.230-43

Juhlin, Oskar: "Recension av W. Vincenti *What Engineers Know and How They Know It*", *VEST Tidskrift för vetenskapsstudier* Vol. 7 (1994) s.103-107

Latour, Bruno, *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society* (Cambridge, Harvard University Press, 1987)

Laudan, Rachel: "Cognitive Change in Technology and Science" In: *The Nature of Technological Knowledge. Are Models of Scientific Change Relevant?* , R. Laudan (Dordrecht, D.Reidel Publishing Company, 1984a)

Laudan, Rachel: "Introduction" In: *The Nature of Technological Knowledge. Are Models of Scientific Change Relevant?* , R. Laudan (Dordrecht, D.Reidel Publishing Company, 1984b)

Laudan, Rachel, *The Nature of Technological Knowledge. Are Models of Scientific Change Relevant?* (Dordrecht, D.Reidel Publishing Company, 1984c)

Law, John: "Introduction: Monsters, Machines and Sociotechnical Relations" In: *A Sociology of Monsters. Essays on Power, Technology and Domination* , J. Law (London, Routledge, 1991) s.1-23

Layton, Edwin T.: "Mirror-Image Twins: The Communities of Science and Technology in 19th-Century America", *Technology and Culture* Vol. 12 (1971) s.562-80

Layton, Edwin T.: "Technology as Knowledge", *Technology and Culture* Vol. 15 (1974) s.31-42

Layton, Edwin T.: "Through the Looking Glass; or, News from Lake Mirror Image" In: *In Context: History and the History of Technology* , S. H. Cutcliffe och R. C. Post (London, Associated University Press, 1991)

MacKenzie, Donald: "From Kwajelein to Armageddon? Testing and the Social Construction of Missile Accuracy" In: *The Uses of Experiment - Studies in the Natural Sciences* , D. Gooding, T. Pinch och S. Schaffer (Cambridge, Cambridge University Press, 1989) s.409-436

MacKenzie, Donald, *Inventing Accuracy. A Historical Sociology of Nuclear Missile Guidance* (Cambridge, MIT Press, 1990)

Nelson, R., *Recent Evolutionary Theorizing about Economic Change* (utkast, Columbia University, 1994)

Pinch, Trevor: ""Testing - One, Two, Three...Testing!": Toward a Sociology of Testing", *Science, Technology, & Human Values* Vol. 18 (1993) s.25-41

Shapin, Steven: "History of Science and its Sociological Reconstructions", *History of Science* Vol. 20 (1982) s.157-211

Shapin, Steven: "Discipline and Bounding: The History and Sociology of Science as Seen Through the Externalism Internalism Debate", *History of Science* Vol. 30 (1992) s.333-369

Staudenmaier, John M., *Technology's Storytellers: Reweaving the Human Fabric* (Cambridge, MIT Press, 1985)

Staudenmaier, John M.: "Recent trends in the History of Technology", *American Historical Review* Vol. 95 (1990) s.715-25

Vincenti, Walter G.: "Engineering Knowledge, Type of Design, and Level of Hierarchy: Further Thoughts about What Engineers Know..." In: *Technological Development and Science in the Industrial Age*, P. Kroes och M. Bakker (Dordrecht, Kluwer Academic Press, 1992)

Vincenti, Walter G., *What Engineers Know and How They Know It* (London, John Hopkins University Press, 1990)

Vincenti, Walter G.: "The Scope for Social Impact in Engineering Outcomes: A Diagrammatic Aid to Analysis", *Social Studies of Science* Vol. 21 (1991) s.761-67

Vincenti, Walter G.: "The Retractable Airplane Landing Gear and the Northrop "Anomaly": Variation-Selection and teh Shaping of Technology", *Technology and Culture* Vol. 35 (1994) s.1-34

Woolgar, Steve: "Configuring the user: the case of usability trials" In: *A Sociology of Monsters. Essays on Power, Technology and Domination*, J. Law (London, Routledge, 1991) s.58-102

THOMAS KAISERFELD

Att tjäna ett syfte: Teknikhistoriker och deras berättelser

"Engineers have to face the fact that there is a real world out there." På så sätt lär den amerikanske teknikhistorikern Walter G. Vincenti ha urskilt ingenjörers verksamhet från vetenskapliga forskares under ett årsmöte för Society for the History of Technology (SHOT). På samma årsmöte hävdade andra deltagare att skillnaden mellan vetenskap och teknik är en förhandlingsfråga, att teknik och vetenskap inte klart kan avgränsas utan är beroende av aktörernas behov, syften och sammanhanget de verkar i. Åter andra menade att det överhuvudtaget inte fanns någon "real world out there."

Medlemmar av olika professionella grupper har alltid saker gemensamt samtidigt som de är oense om andra saker. Inom den relativt unga organisationen SHOT är meningsskillnaderna kanske större och flera än inom andra föreningar. Det lär i så fall bero på att ämnet i både USA och Europa har byggts uppifrån och ned. Vid universitet och högskolor finns både lärar- och forskartjänster samt forskarutbildning i teknikhistoria, medan ämnet saknas på grundutbildningsnivå så när som på några få översiktskurser. På ännu lägre utbildningsnivåer inskränker sig närvaron av teknikhistoria oftast till individuella lärarinitiativ (även om teknikhistoria numera skall ingå på svenska gymnasieskolors naturvetenskapliga och tekniska program). Därför kommer idag teknikhistoriker från ämnesmässigt skilda bakgrunder. Inom SHOT ryms historiker, ingenjörer, antropologer, sociologer m.fl., vilket bidrar till ämnets teoretiska mångfald.

Detta vore kanske gott och väl om det inte var så att olika teoretiska ståndpunkter ofta är grundade på skilda uppfattningar om syftena med teknikhistorisk forskning. Oskar Juhlin och Mark Elam konstaterar t.ex. här intill med hjälp av John Staudenmaiers historiografi över teknikhistoria, *Technology's Storytellers* från 1985, att ämnet teknikhistoria uppstod för att hävda teknologi som ett självständigt kunskapsområde skilt från vetenskapen,

något som de ser som ett led i hävdandet av ingenjörssamfundet gentemot forskarsamhället. Idag, nästan fyrtio år senare, är forskningen kring teknologi som ett självständigt kunskapsområde fortfarande ett centralt tema inom teknikhistorien. Här beskrivs bl.a. konstruktörers metoder att lösa tekniska problem, hur de beslutar sig för en av flera till buds stående möjligheter och hur de försöker sprida sina idéer.

Under det senaste decenniet har även andra strömningar gjort sig gällande på området. Sociala konstruktivister vill t.ex. se uppfinnings- och innovationsprocessen som en förhandlingsfråga vars utfall är beroende av olika aktörers (bland dem konstruktörerna) professionella och sociala ställning m.m. Men även de sociala konstruktivisterna har nog flera syften med sina ståndpunkter än att "moderera beskrivningarna" som Juhlin och Elam påstår. Dessa två diskuterar själva den politiska potentialen hos socialkonstruktivismen i artikeln "Den konstruktivistiska tekniksociologins politiska praktik" i *VEST* (1994) och nämner att ett syfte har varit att upplösa gränserna mellan ingenjörsarbetet samt ideologier eller sociala normer.

De sociala konstruktivisternas ifrågasättande får dessutom konsekvenser för historiska studier kring teknologi. Ty om olika tekniska försöksmetoder, som t.ex. parametervariation, kan reduceras till led i en förhandlingsprocess där de inte tillmätts större betydelse än socialt eller ideologiskt betingade argument, då är inte heller tekniska kunskaper av primärt intresse för en historisk analys. Ingenjörer som sysslar med teknikhistoria riskerar att på så sätt få se sina insatser på området nedvärderade. Eftersom det inom den sociala konstruktivismen också hävdas att vetenskapliga resultat bestäms genom förhandlingar, blir det dessutom omöjligt att göra gränsdragningar mellan kategorier som teknologi och vetenskap. Den franske vetenskaps sociologen Bruno Latour har t.ex. myntat begreppet technoscience för dessa två verksamheter som han upplever som oskiljbara. Här ställs konflikten mellan sociala konstruktivister och teknikhistoriker som hävdar ett självständigt kunskapsområde på sin spets. Den sociala konstruktivismens grundantaganden hotar på så sätt både vissa teknikhistorikers självberättigande och deras syften att hävda ett oberoende tekniskt kunskapsområde.

Under de senaste decenniet har den sociala konstruktivismen haft stora framgångar på det teknikhistoriska fältet, något som lett till två olika typer av reaktioner bland de som fortfarande är tveksamma. Några har reagerat med ett hårdnackat motstånd mot allt vad social konstruktivism inneburit och om deras resonemang renodlas går det ut på att vad som är en bättre teknisk lösning kan bestämmas genom tester och försöksmetoder eftersom det finns en

yttre verklighet som bestämmer villkoren för tekniska funktioner. Andra har försökt modifiera sina teorier om teknologi som ett självständigt kunskapsområde och påpekat att den uppfattningen i sig är förenlig med den sociala konstruktivismen om förhandlingarna som föregår accepterandet av en viss teknisk lösning skiljer sig från förhandlingar på andra områden. En möjlighet som dock tillbakavisats inom socialkonstruktivismen.

Oavsett reaktionerna har debatten teknikhistoriker emellan innehållit ett mått av gränsdragning för att hävda den egna ståndpunkten gentemot andras. Genom att ämnet fortfarande är relativt heterogent, hotar dock diskussionerna knappast att utestänga några utövare. Däremot har försöken till gränsdragningar resulterat i konflikter om begreppsbildning och definitioner inom teknikhistorien, vilket kan vara olyckligt för ett ungt ämne i behov av en bredare överensstämmelse om grundpelarna för den teoretiska utvecklingen. Men striderna har även lett in på områden som egentligen ligger utanför teknikhistoriens domvärjo. En fråga som knappast kan besvaras inom den historiska forskningen är t.ex. om det existerar en yttre verklighet eller en absolut sanning som kan konsulteras då det gäller att bestämma effektiviteten hos en viss teknisk lösning.

Den kritik av vissa tendenser inom teknikhistorien som framförs av de till synes övertygade socialkonstruktivisterna Juhlin och Elam, bör alltså ses i ljuset av konflikterna om begreppsbildning och definitioner. Juhlins och Elams frustration över några forskares ambivalens inför nya teorier är förstäelig, ty det är inte lyckat när teknikhistoriker ger socialkonstruktivismen sina läppars bekännelse för att sedan i praktiken förkasta den. Men det finns samtidigt intressantare frågor att diskutera än eventuella missuppfattningar hos t.ex. Edwin T. Layton, Edward W. Constant eller Walter G. Vincenti.

Det är visserligen viktigt att klargöra skiljaktiga perspektiv inom dagens teknikhistoria, men ännu viktigare är att historiskt försöka analysera skälen till avvikelserna för att om möjligt försöka överbrygga dem. Juhlin och Elam har redan påpekat hur teknikhistorien föddes ur den amerikanska vetenskapshistorien under 1950-talets slut. Skälen var bl.a. att hävda ingenjörspprofessionen och flera av de konstituterande ledamöterna inom SHOT var själva ingenjörer eller verksamma vid amerikanska ingenjörsskolor. Deras perspektiv på teknikhistorien var fast förankrad i deras sociala och institutionella hemvist. Socialkonstruktivismen däremot, har rötter i den kunskapsociologi som under 1960- och 70-talen diskuterade möjligheten att lösningen av vetenskapliga konflikter främst var socialt bestämda. Under andra halvan av 1980-talet var den sociala konstruktivismen etablerad, om än

ej fullt ut accepterad, inom vetenskapshistorien och framför allt brittiska och franska vetenskapssociologer försökte överföra perspektiven till både historiska och samtida teknikstudier. Även deras synsätt var förankrade i sociala och institutionella miljöer.

Skillnaderna mellan de två skolbildningarna kan beskrivas genom en rad dikotomier eller begreppspar: SHOT bildades t.ex. i USA medan konstruktivismen främst uppstod i Europa, kulturellt står oftast ingenjörer mot humanister och kunskapsteoretiskt realister mot idealister. Därigenom var många av gränserna inom teknikhistorien dragna redan innan diskussionerna hunnit börja. Men den historiska bakgrundsteckningen är inte avslutad i och med det konstaterandet. Juhlin och Elam har nämligen gjort det väl enkelt för sig då de undvikit att nämna de gränsöverskridare som faktiskt finns på området och som kan kasta ytterligare ljus över den uppkomna situationen.

Den kanske viktigaste av dem är den amerikanske teknikhistorikern och tidigare ingenjören Thomas P. Hughes. Han lanserade under början av 1980-talet en modell som beskriver tekniska förändringsprocesser i termer av systemtillväxt och i mitten av decenniet fick modellen allt fler efterföljare bland teknikhistoriker som hävdade teknologi som ett självständigt kunskapsområde. När de första rönen inom den sociala teknikkonstruktivismen så publicerades under andra halvan av 1980-talet, återfanns Hughes som en av redaktörerna för antologin *The Social Construction of Technological Systems* som innebar skolbildningens genombrott. Även om hans teoretiska perspektiv inte fick genomslag i antologins artiklar, så pekade inte minst dess titel på att Hughes blivit erkänd och respekterad också bland sociala konstruktivister.

För att förstå hur Hughes teorier kunnat accepteras inom dessa skilda läger är det viktigt att ta reda på syftena bakom hans modell. Hughes hade innan lanseringen av systemperspektivet utvecklat begrepp som "technological style", "technological momentum" och "seamless web" i olika fallstudier. Genom den jämförande studien *Networks of Power* över elsystemens uppbyggnad i USA, England och Tyskland kunde Hughes integrera sina begrepp i en mer omfattande modell för tekniska förändringsprocesser, en modell som tog hänsyn till de institutionella och sociala sidorna hos ett tekniskt system såväl som kritiska tekniska problem. I Hughes tappning blev termen tekniska system missvisande. Hans efterföljare talade snarare om sociotekniska system och Hughes kunde finna stöd och sympati för sina idéer bland europeiska sociologer. Under 1970- och 80-talen hade han förlagt forskning och undervisning till Europa, inte minst i Sverige, och samtidigt hjälpt den

gryende socialkonstruktivistiska skolan att vinna gehör. Ett samarbete tjänade båda parter syften.

Men hur går det då med de, som det tycks, motstridiga följderna av de två olika synsätten? Här uttalar sig Hughes till synes endast motvilligt och med stor försiktighet. Inom ett annat teknikhistoriskt stridsområde som tangerar filosofins områden—frågan om teknisk determinism—har han ändå ventilerat en position mitt emellan teknikdeterminism och social konstruktivism. Hughes menar nämligen i antologin *Does Technology Drive History?* från 1994, att sociotekniska system tenderar att vara socialt bestämda i uppbyggnadsfasen. Men att ju mer etablerade systemen blir, desto större betydelse får redan beprövade konstruktioner för modifikationer och effektiviseringar.

Att hävda en sådan ståndpunkt mitt emellan teknikdeterminism och social konstruktivism kan förefalla feigt, men frågan är om inte Hughes samtidigt pekar på en väg ut ur ett teknik- och historiefilosofiskt moras. Ty genom att ha koncentrerat sig på att utifrån noggranna fallstudier definiera begrepp och på dessa bygga en erkänt användbar modell, har han utvecklat ämnet på ett mer fruktbart sätt än om han hade grävt ned sig i historiefilosofiska frågeställningar. Visserligen kan hans modeller och begrepp leda till filosofiska tvetydigheter, men frågan är om inte teknikhistorieämnet idag ändå är mest behjälpt av en förutsättningslösare begrepps- och teoriutveckling. Sjävlklart får den inte ske ohämmat genom att t.ex. syften tillåts styra analysresultat eller förtiga fakta. Det gäller att sila kamelerna och svälja myggen.

Ty Constants eller Vincentis analytiska svagheter är myggor i jämförelse med pregnansen hos deras grundtankar. Visst har Juhlin och Elam rätt i att de invändningar som kan göras förmodligen har samband med Constants eller Vincentis syften och att de beror på de sociala och historiska sammanhangen som upphovsmännen verkat inom. Men ett av den sociala konstruktivismens honnörsord är symmetriska förklaringsmodeller och som Elam och Juhlin alltså själva påpekat på annat håll, är inte de sociala konstruktivisternas enda syften att moderera beskrivningar. Även konstruktivisternas argumentering är—i likhet med Juhlins, Elams och även min egen—beroende av olika sammanhang. Kanske vore det en god idé om teknikhistoriker i större utsträckning än tidigare redovisade sina syften samtidigt som de undvek metafysik och filosofi. Historisk forskning måste självklart bedrivas med kunskapsteoretisk stringens, men eventuella invändningar bör inte bli teknikhistoriska huvudnummer.

Påpekandet att individuella historikers syften kan påverka deras historiska analyser väcker kanske anstöt på sina håll. Ett sådant erkännande skulle ju i förlängningen kunna diskvalificera hela den historiska forskningen. I skuggan av de senaste decenniernas historieteoretiska debatter—särskilt de som gällt berättandets problematik—har det dock blivit allt svårare att förneka sådana möjligheter. Visst finns fortfarande historiker som styvnackat hävdar det egna oberoendet från allt utom möjligen rättrådigheten, men deras positioner förefaller allt ohållbarare. Teknikhistorien skulle här kunna gå i bräschen och mer öppet än vad som varit fallet inom andra historiska discipliner diskutera olika skolors mål, konsekvenserna för teori- och begreppsbildningen och inte minst de sociala och institutionella sammanhang ur vilka de sprungit. Visst löper teknikhistorieämnet i så fall risk att förlora i anseende bland systerdisciplinerna, särskilt om debatten inte tillåts vara öppen hjärtig. Men chanserna till vinster måste vara större än de som erbjuds av anklagelser om grumliga syften samtidigt som de egna ändamålen passeras med tystnad.

Trots teknikhistorikers skilda bakgrunder eller syften, så erkänner de flesta ämnets betydelse för en bättre förståelse av gårdagens och dagens levnadsvillkor. Här finns alltså fröet till ett gemensamt ändamål och kunskaperna om människors livsbetingelser skulle säkert förbättras om teknikhistoriker i gemen erkände den teoretiska mångfalden som en styrka. Istället för att attackera själsfränder borde de följa Hughes exempel och koncentrera sig på att utveckla bättre modeller för förståelsen av teknisk och vetenskaplig praxis. I så fall blir det ointressant om en del hävdar att det finns en objektiv verklighet "out there" eller om andra menar att allt tal om en yttre verklighet bara är struntprat.

LITTERATUR

Bijker, Wiebe E., Hughes, Thomas P. & Pinch, Trevor, eds., *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology* (Cambridge, Mass., 1987).

Elam, Mark & Juhlin, Oskar, "Den konstruktivistiska tekniksociologins politiska praktik: Konstruktivisterna som solida poeter, intellektuella hantverkare och samhällvetare", *VEST: Tidskrift för vetenskapsstudier* 7:3 (1994), 37-60.

Hughes, Thomas P., *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930* (Baltimore, 1983).

Hughes, Thomas P., "Technological Momentum" i: *Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism*, eds., Smith, Merritt Roe & Marx, Leo (Cambridge, Mass., 1994), 101-113.

Juhlin, Oskar & Elam, Mark, "Vad vet teknikhistorikerna om ingenjörernas kunskaper och hur vet de det?", *Polhem* 13 (1995), 210-238.

Latour, Bruno, *Science in Action: How to follow scientists and engineers through society* (Cambridge, Mass., 1987).

Staudenmaier, John M., *Technology's Storytellers: Reweaving the Human Fabric* (Cambridge, Mass., 1985).

HELGE KRAGH

History and Prehistory of the First Transatlantic Telephone Cable

I. Introduction

All students of the history of technology are familiar with the heroic and dramatic story of the laying of the first transatlantic telegraph cable in 1858 and then again in 1866. In its own time, the event was heralded as a giant triumph of the industrial world, nothing less than a turning point in the history of progress. René Sully-Proudhomme, the first Nobel laureate in literature, celebrated the cable in his poetry. He described it as "a bridge installed as a soul between two worlds, resting in a bed of algae and pearl sand," and continued: "The flash of lightning, which man has taken from the sky yesterday, he now let descend to the bottom of the seas, the messenger in the service of the sacred word."¹

Almost one hundred years later, the first telephone cable connected Europe with North America. It was no less of a technical triumph, but is much less known. No poets felt inspired to sing its praise and no historians of technology to analyse its development. One reason for the relative neglect of the event is undoubtedly that by 1956 radio waves had carried speech across the Atlantic for two decades. The magic of speaking between Paris and New York had long ago disappeared and to most people it did not matter whether their voices were transmitted by radio or cable. Indeed, they wouldn't know.

Yet the transatlantic telephone cable was a remarkable achievement with an interesting history worth to recall. The chronology alone indicates the immense problems that faced transatlantic telephony: The 1858 cable was laid about twenty years after the invention of the telegraph, whereas transatlantic cable telephony was separated from the invention of the telephone by exactly eighty years. What follows is a descriptive account of some of the early attempts to connect the two continents by means of

telephone currents and the final realization of the project in 1956. It is a story of progress, but in a rather complex and far from straightforward way.

II. Dreams and Realities of Transoceanic Telephony

The successful laying and operation of the transatlantic telegraph cable in 1866 was a key event in the development of technology in the nineteenth century. As practically all communications technology was influenced by the powerful telegraph paradigm, so did the transatlantic cable and its successors serve as exemplars for future intercontinental communications. No wonder, then, that dreams of transatlantic telephony can be traced back to the infancy of that new means of electrical communication, the telephone.

Alexander Graham Bell speculated about the possibility as early as June 1876, a few months after he had received his patent. An American journalist reported in 1877 about "Professor Bell's confident expectation that he will shortly be able to send his voice across the Atlantic and talk with men 3,000 miles away as readily as if they were in the next room."² Bell's reported confidence must have been shaken when two of his associates, Fred Gower and Thomas Watson, made the experiment the same year. They tried to speak over a minor part of one of the transatlantic telegraph cables, an 885 km section between New Hampshire and Nova Scotia. Watson later reported that "Not the faintest sound could be heard at either end."³ Yet Bell's sanguine expectations were echoed by numerous later electricians. Every new progress in long-distance telephony, whether practical or theoretical, led to prophecies that a transatlantic cable would soon become a reality.

During the first decades of telephony, the transmission of speech currents was considered to be a species of telegraphy and hence to be governed by the same laws which William Thomson (Lord Kelvin) so successfully had established in 1855. This was also what Lord Rayleigh (John W. Strutt) implicitly assumed when he discussed the possibility of transatlantic telephony at the meeting of the British Association for the Advancement of Science in Montreal in 1884. Rayleigh considered the

transmission through a cable of the existing type, that is, a copper conductor insulated with guttapercha. Basing his analysis on Thomson's classical theory, he found that the intensity of a sound of frequency 573 Hz would be reduced by a factor ten over a distance of only 33 km. From this he concluded that speech would be inaudible over distances longer than a mere fifty miles.⁴ The prediction seemed to prove the impossibility of submarine telephony over long distances. However, Rayleigh's calculation was based on an incomplete and much too simplified transmission theory, and it presupposed the use of ordinary telegraph cables for telephony.

Using a specially designed circuit system the Belgian engineer François Van Rysselberghe had obtained impressive results on American land lines. In 1886 he succeeded in transmitting speech of acceptable quality from Chicago to New York, a record distance of 1,618 km. Encouraged by this and other achievements, Van Rysselberghe claimed that practical telephony over a distance of 4,000 miles was possible and that his system, if used in combination with improved cables, might make transatlantic telephony a reality.⁵ As other electricians in the period, he grossly underestimated the problems of submarine telephony.

During the 1890s it was slowly realized that efficient cable telephony requires cables of a construction different from those used in telegraphy. To make a long story short, the capacitance and resistance must be small, and the self-inductance large (see box 1). An early design of an inductively "loaded" cable was proposed by Silvanus Thompson, who suggested to add shunted self-inductance to reduce the harmful capacitance. In an address given to the International Electrical Congress in Chicago in 1893, he claimed optimistically, and completely unrealistically, that his shunt-loaded cable might furnish the means of realizing telephony across the Atlantic. Thomson had his invention patented, but the proposed "compensated cable" was never manufactured.⁶

The magical appeal of transatlantic telephony also featured in the important patent application of Michael Pupin, in which he introduced a different, and much more effective way of increasing the self-inductance. Pupin invented the coil-method—the insertion of inductance coils in the cable—in order to reduce the attenuation, and his invention marked a minor revolution in long-distance telephony in the first decade of the century. In his patent application of December 1899 as well as in a

subsequent address of May 1900, he claimed that the new method of coil loading would make transatlantic cable telephony a realistic possibility.⁷

However, in spite of the enormous success of Pupin's invention in practical long-distance telephony, he, too, underestimated both the theoretical and the practical problems in submarine telephony over long distances. It was only in 1906 that the first submarine Pupin cable was laid. The 12 km long cable was produced by Siemens & Halske and did not, in fact, operate much better than an ordinary, nonloaded cable. During the following decade it was

Box 1

Long- distance cables

When a speech current passes through a conductor its amplitude will decrease exponentially with the distance. The attenuation constant β , defined as the attenuation in amplitude per length, depends on the electrical parameters of the cable. For a perfectly insulated cable β can roughly be expressed as

$$\beta = (R/2)\sqrt{C/L}$$

where R , C , and L denote the resistance, capacitance, and self-inductance of the cable, all per unit length. It follows that a good cable should have a small R , a small C , and a large L . Added self-inductance can be provided either discretely, in the form of loading coils, or continuously, in the form of iron windings.

However, even a cable with a very small C and very large L would need an excessively small R in order to transmit a voice current audibly across the Atlantic. Since a very small R means a very thick cable, this is not a realistic alternative if the current cannot be amplified.

instead another loading method, the continuous method invented by the Danish engineer Carl E. Krarup, which took the lead in submarine telephone cables. The Krarup cable was inductively loaded, but whereas

the self-inductance was inserted discretely in the Pupin cable, in the Krarup cable it was added by winding the cable core continuously with thin threads of iron.⁸ Whatever the method applied, loading extended the range of submarine telephone cables, if to a limited extent only. Thus, by 1920 the record length was a 177 km Krarup cable between Pomerania and East Prussia, not a very impressive distance compared with the Atlantic scale (box 2).

At that time the principles of telephone transmission were fully understood. Engineers knew that audible transmission of a voice current was essentially a matter of constructing cables with the right electrical parameters, meaning small resistance, large self-inductance, and small capacitance. In

Box 2

Achievements in long-distance submarine telephony.

1884	San Francisco-Oakland (7 km)	1st submarine cable
1891	Anglo-French cable (39 km)	
1893	Anglo-Irish cable (91 km)	
1902	Helsingør-Helsingborg (5 km)	1st Krarup line
1903	Cuxhaven-Heligoland (75 km)	
1906	Bodensee (12 km)	1st submarine Pupin
1910	Anglo-French (40 km)	
1911	Anglo-Belgian (89 km)	balata insulation
1920	Pomerania-East Prussia (177 km)	
1921	Key West-Havana (195 km)	1st deepwater cable
1931	Key West-Havana (202 km)	submerged coaxial
1946	Lowestoft-Borkum (366 km)	submerged repeatered

principle a telephone cable of oceanic length could easily be constructed by, for example, adding a very large number of Pupin coils and using very thick copper cores. However, such a cable would not only be unrealistically expensive, it would also be almost impossible to lay because of its enormous size (the thicker the cable, the less the resistance). The unavoidable conclusion was that a simple cable, loaded

or not, just could not carry voice messages across the Atlantic. This conclusion was however based on the assumption that the signal was attenuated uniformly along the cable, an assumption which could be dispensed with if the signal was reinforced *en route*.

The 1910s witnessed two important innovations in telephone transmission, both of them dating from before 1910 and both of them developing into mature technologies only in the 1920s. The electron tube revolutionized the old problem of amplifying or "repeating" voice signals and quickly led to one more scheme for an Atlantic telephone cable. R. M. Chamney and C. Robinson, two engineers at the Post Office Research Department, suggested in 1913-14 to lay a cable with land-based repeater stations from Scotland to the Faroe Islands, from there to Iceland and Greenland, and then to Labrador and Newfoundland. The grand scheme never left the drawing table. Yet Chamney claimed forty years later that "the project could have been quite easily carried out at that date," which was certainly an exaggeration.⁹ Although the tube repeater did not find immediate application in submarine telephony, it quickly changed the conditions for long land lines. It proved its worth on January 25, 1915, when the first American transcontinental line was opened for traffic. Voice transmission over the distance of the 5,500 km separating New York from San Francisco was secured by a combination of loading coils and electronic repeaters (triodes).

The other important telephonic innovation in the period was carrier telephony, that is, the use of several high-frequency bands superposed on a carrier frequency. The basic advantage of carrier telephony was in traffic economy, namely, that it functioned as multiplex telephony by providing many high-frequency channels per cable. As far as long-distance telephony was concerned, carrier telephony, if combined with tube repeaters, became an interesting alternative to inductive loading from the late 1920s.

III. Competition from Telegraphy and Wireless

One thing is the technical possibility of speaking across the Atlantic Ocean, another is the desirability and economic feasibility of such a project. In other words, in order to turn the dreams into reality more was required than technological progress. A need, or market, was required as

well, and it was uncertain if such a need existed. At the turn of the century it was hard to imagine an economic basis for a transatlantic telephone adventure. Communication would be costly, hence initially be limited to businessmen and diplomats, and would these groups use the telephone when a tested and efficient telegraph network already existed? The trouble was, it seemed even to visionary entrepreneurs, the time difference between Europe and America—a fact no technological project could eliminate. Moreover, the fact that telephony was an instant and direct mode of communication was both an advantage and a disadvantage. In the absence of automatic recording devices, telephone messages did not leave a written record which could be read when convenient to the recipient, such as it was the case in telegraphy. Instead they might wake the recipient in the middle of the night, not the time most suitable for an important business deal.

Carl Hering, President of the American Institute of Electrical Engineers, made the practical objections to transatlantic telephony clear in 1900. "The business days in London and New York, for instance, differ by five hours ... To simply have a cable for telephony I am afraid would hardly pay, because the time of utilization would only be about two or three hours out of 24."¹⁰ Hering's words of reservation were undoubtedly justified in 1900, when ocean telephony was at any rate technically impossible. However, it soon turned out that the time difference was not a major hindrance for instant communications between the old and the new worlds. The proof was of course the success of transatlantic radio telephony.

The 1920s witnessed a competition between radio and cable telegraphy over transoceanic distances.¹¹ On January 14, 1923, an experimental one-way telephone link was inaugurated between London and New York, and four years later the first commercial transatlantic radiotelephone service started operation between the same two cities. Within a year it was possible to speak between Stockholm and Chicago, or between Paris and Boston. In the early 1930s long-distance radio links totalled some 280,000 km of which the four circuits between London and New York (one longwave and three shortwave) were by far the most important (box 3). The dramatic developments in radio communication constituted a threat to the traditional mode of long-distance communication, the submarine telegraph cables. For a period the threat

was countered by the invention of continuously loaded telegraph cables, which increased the transmission speed drastically and hence allowed a reduction of the fare. However, at about 1930 it was obvious that the future of electrical communication did not belong to the telegraph; for the first time since the invention of the telegraph, the total mileage of telegraph cables began to shrink: it reached a maximum in 1928 with about 574,000 km cable, but then decreased steadily.¹²

Two things need mention with regard to the long-distance telecommunications competition around 1930. First, the competition was primarily between cable telegraphy and radio. Ordinary telephony over cables or wires did not really count in this context, which dealt with thousands of miles. Second, cable telephony was not necessarily a rival to the radio wave mode of communication. As a result of progress in carrier telephony, a growing number of telephone connections came to consist of

Box 3

Selected intercontinental radiotelephone links 1927-30

Abbreviations: GPO = British Post Office, RPM = Reichpost ministry
TSF = Compagnie Téléphone Sans Fil, WA = Wireless Australasia.

<u>Route</u>	<u>length (km)</u>	<u>opening</u>	<u>ownership</u>
London - New York	5550	June 27	GPO/AT&T
London - New York	5550	June 28	-
London - New York	5550	June 29	-
London - New York	5550	Dec 29	-
London - Buenos Aires	11140	Dec 30	GPO/ITT
London - Sydney	17000	Apr 30	GPO/WA
Paris - Buenos Aires	11060	June 30	TSF/ITT
Paris - Saigon	10120	Apr 30	TSF
Berlin - Buenos Aires	11920	Sep 30	RPM/ITT
Madrid - Buenos Aires	10060	Oct 29	ITT

radio and cable in combination. This combination was first effected large-scale in 1921 with the Bell System's Havana-Key West cable, which continued all the way to Santa Catalina off the Californian coast. By combining radio and cable telephony, a record distance of telephone communication was secured over more than 8,000 km.

Or consider the first round-the-world telephone conversation, which took place on April 25, 1934. The experiment took place between two adjacent rooms in Bell System's office at 32 Sixth Avenue in New York.¹³ The route was as follows: From New York to San Francisco the circuit consisted of cable and open wire carrier lines, while the transmission from San Francisco over Java to Amsterdam took place by shortwave radio. A land and submarine cable connected Amsterdam with London, and then a shortwave radio link provided the return to New York. The total distance covered in the experiment was 37,300 km of which 31,200 km were wireless. Some skeptics may argue that this was a rather silly way of communicating, which indeed it was— but then this is beyond the point. Although not the most economic way of speaking with one's neighbour, it was fast enough: the total voice delay in the 1934 American telephone experiment was only about one quarter of a second. (At the British Empire Exhibition of 1924, King George V sent himself a telegram around the world—another rather stupid thing to do. He received it after 80 seconds.)

From about 1930 radio and cable telephony was increasingly seen as two parts of the same technological system. Cabled and wireless communications could be combined, or, as became ever more common, integrated by means of carrier waves in cables. During the 1930s an increasing part of the telecommunications traffic, both telephony and broadcast (as well as the infant television), went along the same medium, that is, cables. Given this situation, and the prospects of a rise in transatlantic traffic, the plans of laying a cable between the two continents did not seem unrealistic.

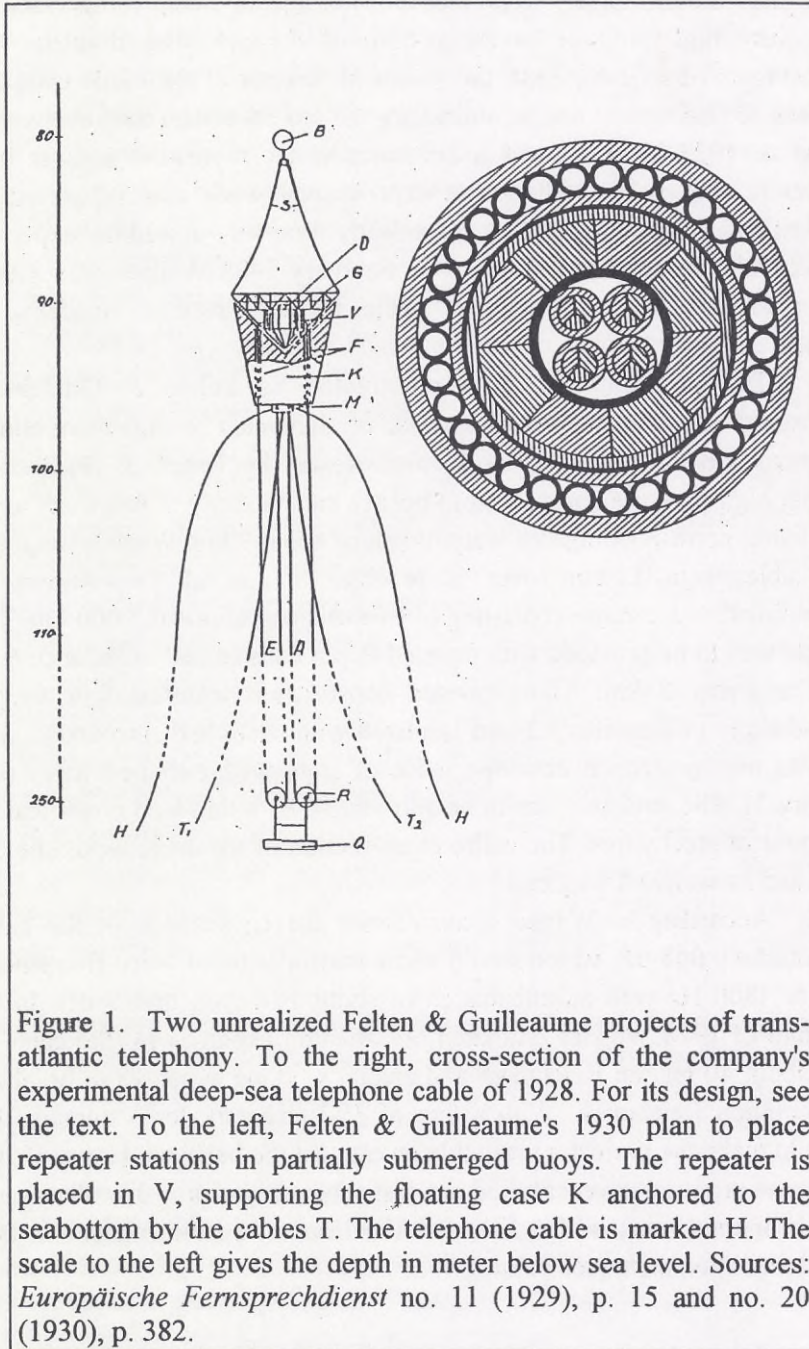
IV. German Cable Plans

German ideas of deep-sea cables developed around 1927 and were based on the experiences which had accumulated since Siemens & Halske's first pupinized submarine cable in 1906. The main problem of extending

existing constructions, such as the Baltic cables, to deep-sea conditions was mechanical, namely to protect the core against being compressed by the very high pressure at the bottom of the sea. The problem was investigated by Georg Zapf, the technical director of the cable company Felten & Guilleaume and its subsidiary the Norddeutsche Seekabelwerke, who in 1927-28 developed a construction for protection against high pressure. Felten & Guilleaume's experimental work was supported by calculations and authority by Karl Willy Wagner, a leading expert in electrical communications theory. In February 1928 Wagner presented a plan for an Atlantic telephone cable to the Prussian Academy of Science.¹⁴

The protection envelope constructed by Felten & Guilleaume consisted of wedge-shaped wires made of aluminium or aluminium alloys. Various kinds of such envelopes were tested by Felten & Guilleaume under high pressure and proved to behave satisfactorily at pressures up to 900 atm, corresponding to a water depth of about 9 km. Wagner proposed a cable from Lisbon over a repeater station at the Azores to Newfoundland, a route consisting of two sections of about 2,000 km. The cable was to be provided with inserted Pupin coils of self-inductance 0.05 Hy at every 2 km. The proposed construction included four copper conductors of diameter 3.3 mm insulated with paper and surrounded with Zapf's new protection envelope made of eight wedge-shaped wires (see figure 1). The structure was to be surrounded by a thin lead cover and an armour of steel wires. The entire cross-section of the cable would be 3.2 cm and its weight 4.4 kg/m.

According to Wagner's calculations the capacitance of the cable would be 0.045 μ F, which would allow transmission of voice frequencies up to 4800 Hz with an attenuation of about 10 neper, or 0.9 dB. In his lecture of 1928 Wagner estimated construction expenses for the cable to be about 40 million Reichmark and annual working expenses to be about 0.8 million Reichmark. With a fare of 75 Reichmark for 3 minutes this would make the project a profitable investment, he believed. However, the German proposal never resulted in a test cable. It was probably abandoned for economic reasons after Felten & Guilleaume became engaged in Bell System's alternative (see below).



Other plans, proposed in Germany, Great Britain and the United States, placed Pupin coils or repeater stations on floating islands large enough, according to one inventor, to operate also as platforms for transoceanic airplanes.¹⁵ A more realistic scheme in which the repeaters were placed in large buoys submerged about 100 m below sea level was suggested by Felten & Guillaume in 1930.¹⁶ The advantage of the scheme was that it avoided the problem of the immense water pressure on the repeaters and, at the same time, kept them unaffected by the sea waves. But Felten & Guillaume's plan of partially submerged repeater stations fared no better than the earlier proposal of 1928.

The German proposals were technically conservative in the sense that they used only the voice frequency band and did not include carrier system telephony or coaxial conductors. They were based on the tested coil-loading method, which at that time had become less necessary for long cables. Among other things, American plans for transatlantic cable telephony differed from those discussed in Germany by favouring coaxial cables over coil loading.

V. A Sidelight on Telephone Technology and Imperialism

In the 1930s it was increasingly realized that loading could be dispensed with and replaced with tube-repeated carrier telephony even on very long lines and under water. To prevent phase distortion and echoes on long loaded lines electronic devices inserted in the circuit were used (phase compensators, echo suppressors), but these were not needed on nonloaded lines. The gradual turn towards nonloaded long-distance telephony took place not only in Germany and the United States, but also in Japan, where some engineers saw the change as a liberation from Western imperialism. Japanese cable telephony had started in 1922 with a Western Electric coil-loaded cable between Osaka and Kobe, and subsequent loaded cables were manufactured and installed by Western Electric and Siemens & Halske.¹⁷ To some Japanese, this associated loading with Western dominance and made them declare nonloaded systems a particular Japanese form of communication, free of the "engineering ornaments"

which allegedly characterized the loading method.¹⁸ Shigeyoshi Matsumae and co-workers suggested in 1932 to replace loaded cables with nonloaded coaxial cables. Such a cable was produced by the Fujikura Electric Wire Works in 1934 and installed the following year on the Antung-Mukden line by the Manchurian Telegraph and Telephone Company. The technology was seen as a triumph of the new Japan and as part of the communication network which would "introduce the Nippon civilization and at the same time make economical expansion [which] is our great mission and is also our special right."¹⁹ Conveniently ignoring American and German work, Matsumae bragged that the nonloaded carrier technology had no precedence in the Western world.

The fruit of Nippon civilization was at that time experienced by the Chinese people. Nonloaded cables after Matsumae's design were produced since 1934 by the Fujikura Electric Wire Works and used for the Nippon-Manchukuo line, which was an important part of Japanese imperialist expansion in China and Manchuria. Such military application was fine with Matsumae, who reminded his readers that Japanese communications engineering was all "for the peace of mankind, for the exchange of civilization, for the solemn purpose of creation of universe by God."²⁰ Whatever the strange association between Japanese chauvinism and nonloaded cable telephony, by the mid-1930s the loading method was no longer a progressive technology and no longer considered for telephony over very long submarine distances.

VI. American Progress

About 1922, the innovative Key West-Havana cable of 1921 made the Bell System propose to lay a cable of similar type—uniformly loaded and non-repeated—between Great Britain and the United States.²¹ Although nothing came out of it, the Key West-Havana cable can be regarded as the great-grandfather of the later Atlantic cable. In 1928 the Bell System announced their plan to construct and lay an Atlantic cable, which was hoped to go in service in 1932. The planned cable descended from the Key West-Havana cable, but differed from it in its loading material and insulation. Whereas almost all previous cables had been insulated with guttapercha (or balata, a similar material), the Bell engineers had

manufactured a new material with mechanical properties similar to guttapercha and superior electrical properties. "Paragutta," which was the name given to the new material, was produced by mixing petroleum wax with the vegetable proteins from natural rubber and the resins from balata. It was thus, as all earlier insulation materials, based on natural substances. Paragutta had a smaller permittivity, leakage and dielectric loss than guttapercha and therefore allowed a considerable reduction in cable size and weight.

The Bell System offered the world's leading cable manufacturer, the British Telegraph Cable and Maintenance Company, to exploit the possibilities of paragutta. However, the company showed no interest in the material and so the Americans had it tested as cable insulation at the Norddeutsche Seekabelwerke. According to the historians of the Telegraph Cable and Maintenance Company, the Germans made no progress, and "If a year had not been lost in allowing the Germans to experiment with paragutta, it is quite within the bounds of possibility that an Atlantic telephone cable would now [1950] have been working for twenty years."²² Given the economic scale of an Atlantic project and the fact that the Germans manufactured a successful 200 km cable, the opinion seems quite unfounded.

The technical basis of the success of the loaded telegraph cable was permalloy, a nickel-iron alloy invented by the Swedish-American engineer Gustaf Elmen at Western Electric. However, whereas permalloy was perfect for telegraphy, it was unsuited as loading material for telephony. The windings of uniformly loaded telephone cables therefore continued to be made of soft iron, which only reduced the attenuation moderately. The long-term research programme at the Bell Laboratories, which had led Elmen and co-workers to permalloy, led him in the mid-twenties to a study of iron-cobalt-nickel alloys, some of which showed unusual magnetic properties. In 1928 Elmen had prepared "perminvar," alloys composed of about 45% Ni, 25% Co and 30% Fe.²³ Perminvar had excellent magnetic properties, which made it a promising material for uniform loading: it had a high and almost constant permeability and a practically vanishing hysteresis loss, about 1000 times as small as for the best permalloy.

The planned Atlantic cable was discussed with the British Post Office, the favoured route being between Ireland and Newfoundland. It was to be single-circuit, loaded uniformly with tapes of perminvar, and

insulated with paraggutta. The attenuation over the almost 4,000 km would be formidable, corresponding to about 150 dB, i.e., with a received power only about 10^{-15} that of the transmitted power. With a perminvar loaded cable a transmitted power much higher than that used in ordinary cables could be used, but even then the received current would be so small that it might be disturbed by the minute currents caused by the thermal motions of electrons and ions in the conductor.²⁴ The Bell engineers designed careful shielding systems and believed that it would be possible to amplify the received current sufficiently at land. A 20-mile test section was manufactured in Germany by Norddeutsche Seekabelwerke and laid in the Bay of Biscay in 1930. At the same time experiments were made with nonloaded paraggutta-insulated cables with copper return tapes as in the 1921 Key West-Havana cables. Such a construction, designed by the Bell System and manufactured and laid by Norddeutsche Seekabelwerke, was put in operation in January 1931 between Key West and Havana.²⁵ It was the grandfather of the Atlantic cable.

The coaxial carrier cable included six frequency bands between 6 and 28 kHz. Being nonloaded its attenuation increased rapidly at low frequencies, but less rapidly at high frequencies; with the high frequencies used for carrier telephony, this was an advantage over loaded cables. Being slightly longer than the 1921 cables, the new cable was the longest submarine cable in the world (202 km). Its excellent performance made the Bell System prefer it to the perminvar-loaded cable as a model for the future Atlantic cable. However, at that time the economic depression was taking its toll and the ambitious project was stopped. With the availability of comparatively wide frequency bands for shortwave radio the feasibility of the project seemed too risky to the Bell System. Moreover, the British Post Office backed out of the project because it feared that the cable, which was to carry telegraphy as well as telephony, might threaten the interests of British communication companies. At that time the Bell System had invested \$2.2 million in research and testing.²⁶

Felten & Guilleaume and the Bell System were not alone in dreaming of transatlantic cable telephony. About the same time the International Telegraph and Telephone Company (ITT), the new giant on the tele-communications market, became involved. The ambitions of Sosthenes Behn, ITT's controversial founder, were to beat the Bell System by having ITT produce and lay a cable across the Atlantic. Unconcerned

with the formidable technical problems and ignoring the warnings of ITT's technical experts he pushed the project ahead. But after a sample cable had been manufactured even the indomitable Behn had to admit that the available technology did not allow a commercially sound Atlantic cable.²⁷

VII. Cable Innovations

Box 4

The amazing electronic tube repeater

The acoustical power of a human speaker is of the order of magnitude 10^{-5} W, which is amplified by the microphone by a factor of about 200. In order to be received at a satisfactory volume a minimum power of 10^{-6} W is necessary. However, the attenuation over a 4,000 km ordinary cable will reduce the received volume of sound much below this level. The power loss will be of the order of magnitude 500 dB, which means that the ratio of received to sent power will be about 10^{-50} .

As an illustration of the magnitude of the power loss, let us ask what the initial acoustical power P would have to be for 10^{-6} W to be received without amplification. The answer is readily obtained as

$$P \times 200 \times 10^{-50} = 10^{-6} \quad \text{or} \quad P \approx 5 \times 10^{41} \text{ W.}$$

This is an incredibly large figure. Compare it with, for example, the power of the sun, which is about 4×10^{26} W. In other words, it would take a voice with a power one million billion times as large as the total power irradiated by the sun to speak through the cable! - And with such a stentorian voice, who would need a telephone anyway?

The example illustrates that it would be a good idea to use many high-performance repeaters to compensate for the enormous attenuation. That this can at all be done is a telling indication of the amazing performance of the electronic tube.

In the late 1930s the essential components of the later Atlantic cable, improved insulation and submerged tube repeaters, were available. With few exceptions, earlier telegraph and telephone cables were insulated with guttapercha or similar materials, but the 1930s saw the end of guttapercha's almost century-long dominance. Chemistry and synthetic materials came to play an ever increasing role in the communications industry. In 1933 British chemists at the Imperial Chemical Industries (ICI) synthesized small amounts of polyethylene by subjecting ethylene to a temperature of about 150 °C and a pressure of more than 1,200 atm. Ethylene, or ethene, is an unsaturated hydrocarbon gas ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) which under very high pressure polymerizes into a solid plastic with the general formula $(\text{CH}_2)_n$, where n is of the order of magnitude 15,000.

Interestingly, the discovery of polyethylene was serendipitous, resulting from an error in an experiment made to study the reaction between ethylene and benzaldehyde. In the summer of 1933 half a gram of the substance had been obtained, but the discovery created little interest. It was only in 1936 that ICI recognized the potential commercial possibilities of polyethylene and a patent application was filed.²⁸ Two years later an experimental plant was set up, primarily to produce polythene (as the commercial name was) for cable insulation. The material turned out to be easy to extrude on wires and to have electrical properties (permittivity and dielectric loss) superior not only to guttapercha but also to paraggutta. Whereas the permittivity of guttapercha was typically 3.1, and 2.7 for paraggutta, it was only 2.3 for polythene. The first test cable insulated with polyethylene was manufactured in 1939 by Telcon (the new name of the Telegraph Construction and Maintenance Co.), who called their product "telcothene."²⁹

Further development work was slowed down because of the outbreak of the war. However, the new material arrived at the right time, for with the Japanese occupation of Southeast Asia supplies of guttapercha was cut off to British industry. During the war about 1,000 miles of polyethylene insulated cables were made for naval purposes, and after 1945 polyethylene rapidly conquered the submarine cable market. The new synthetic material was important also in an entirely different area, the development of radar, where it "played an indispensable part in the long

series of victories in the air, on the sea and on land, which were made possible by radar."³⁰

Even more than polyethylene, the submerged vacuum tube repeater was the key to oceanic telephony over distances comparable with those covered by the telegraph cables. The necessity of using repeaters in such circuits is illustrated in a general way in box 4.³¹ Submerged repeaters were first used by British engineers. The Post Office began experiments with the technique in 1938, and in 1943 a cable with submerged repeaters was laid between Anglesey and the Isle of Man. In 1946, a 366 km cable between Lowestoft and Borkum to provide communication with the British occupation army in Germany was equipped with a submerged repeater.

The British experiences were with shallow waters and hence not directly applicable to a future transatlantic cable. In 1942, a detailed proposal for a deep-sea repeater was made in the USA.³² After the war, the Bell System developed a coaxial submerged-repeater cable, which was laid in 1950 on the Key West-Havana route. Each of the two cables included 24 voice circuits and the tube repeaters were included within the armour and so designed that the entire cable was able to pass through the cable laying machinery.³³ This new cable, which became the model of the Atlantic cable, its father, if one likes, was manufactured by an American company, the Simplex Wire & Cable Company in Massachusetts. (All earlier American submarine cables had been manufactured in Europe.)

VIII. TAT-1 and its Successors

At that time the idea of an Atlantic telephone cable began to evolve into a definite project. Not only was the technology ready, but the increased transatlantic telephone traffic threatened to overpopulate the radio wave spectrum; thus there was a need for a cable circuit, which promised to be feasible both from a technological and an economic point of view. A British committee was set up in 1950 to study the problems of polyethylene insulated submerged-repeater cables over long distances of deep water and it soon joined forces with the Bell System. In November 1953 a contract for the Atlantic cable, subsequently known as TAT-1, was signed between the British Post Office, the Bell System and the Canadian Overseas Telecommunication Corporation.³⁴

Much important information was provided by careful examination of the evaluation of the few existing cables with submerged repeaters. Apart from the Key West-Havana cable, these included two British constructed cable systems, one between The Netherlands and Denmark (1950) and one between Scotland and Norway (1954). The two Dutch-Danish coaxial cables provided 72 two-way telephone circuits from Leeuwarden in The Netherlands to Rømø in Denmark, a distance of some 260 km.³⁵ Each of the submarine cables was equipped with two submerged repeaters. At about the same time as TAT-1 was projected, ITT had plans of laying a cable from the United States to Great Britain via Canada and Greenland. This project, appropriately named "Deep Freeze," never took off.

The construction of repeater units suitable for deep-water conditions was critical to the project. The American repeater tubes, used for the longest section, were inserted in flexible cases made by plastic materials (methyl methacrylate) so they could be inserted in a cable homogeneous and flexible enough to be laid by ordinary paying-out drums. They were constructed to work reliably at the bottom of the Atlantic for at least twenty years. One may find it surprising that ordinary tube technology, of a type essentially unchanged for fifteen years, was used instead of the newly developed transistors. In 1956 the transistor was eight years old and had begun to be used commercially. It offered great advantage over the tube, especially with regard to small size and low voltage. However, it was still not considered sufficiently tested to be used in the expensive cable project. The sort of tubes to be used, on the other hand, were well tested since they were of the same kind as those operating in the 1950 Key West-Havana cable. Like most other big cable projects, the Atlantic project was technologically rather conservative and placed reliability and security above sophistication. "Proved reliability is an essential requirement in a pioneering and costly venture of the difficulty of a transatlantic cable," as two of Bell System's engineers concluded in 1954.³⁶

The chosen route was a little north of the submarine telegraph highway; from Oban in Scotland it went to Clarenville on Newfoundland and from there to Nova Scotia with branches to Montreal and New York. The 3,638 km long Oban-Clarenville portion was the responsibility of the Bell System, whereas the 606 km Newfoundland-Nova Scotia link was the work of the British Post Office. Laying of the cables by the *Monarch*, the cable ship of the British Post Office, started in 1955 and service started on

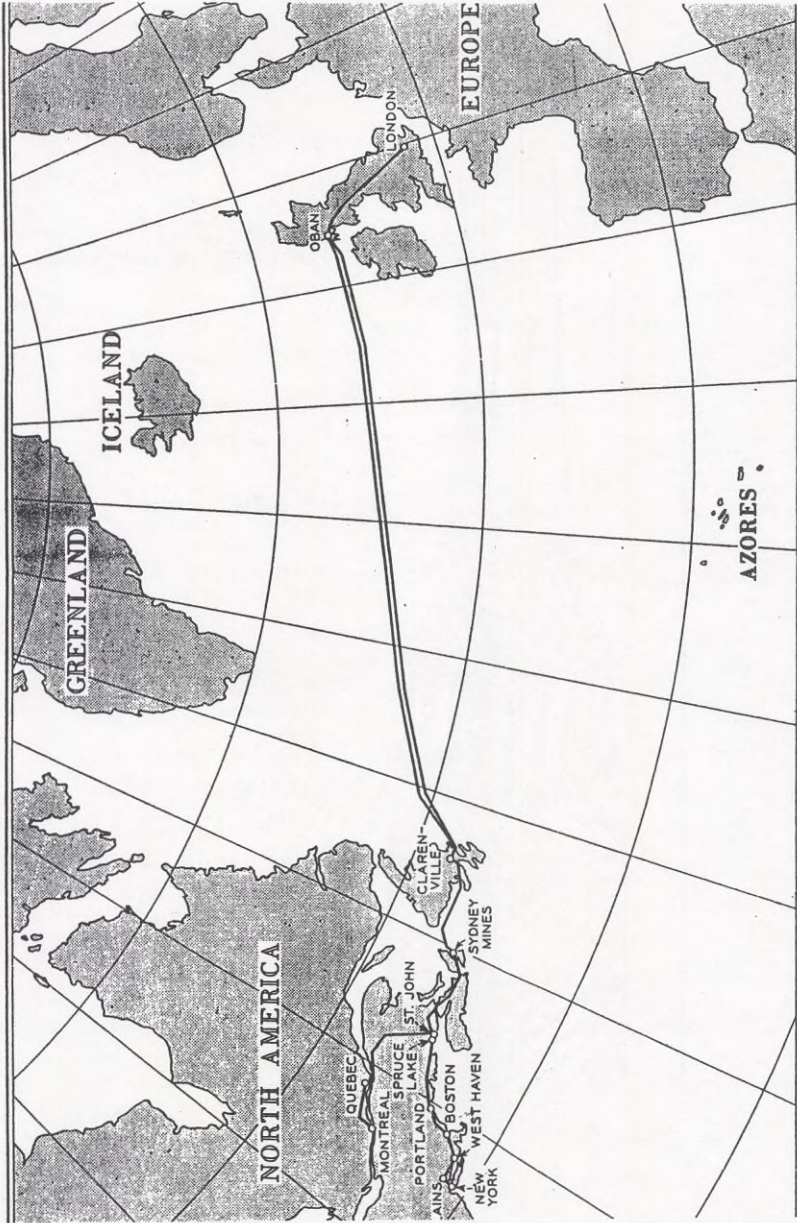


Figure 2. The route of the 1956 Atlantic telephone cable. Source: *Bell System Technical Journal* 36 (1957).

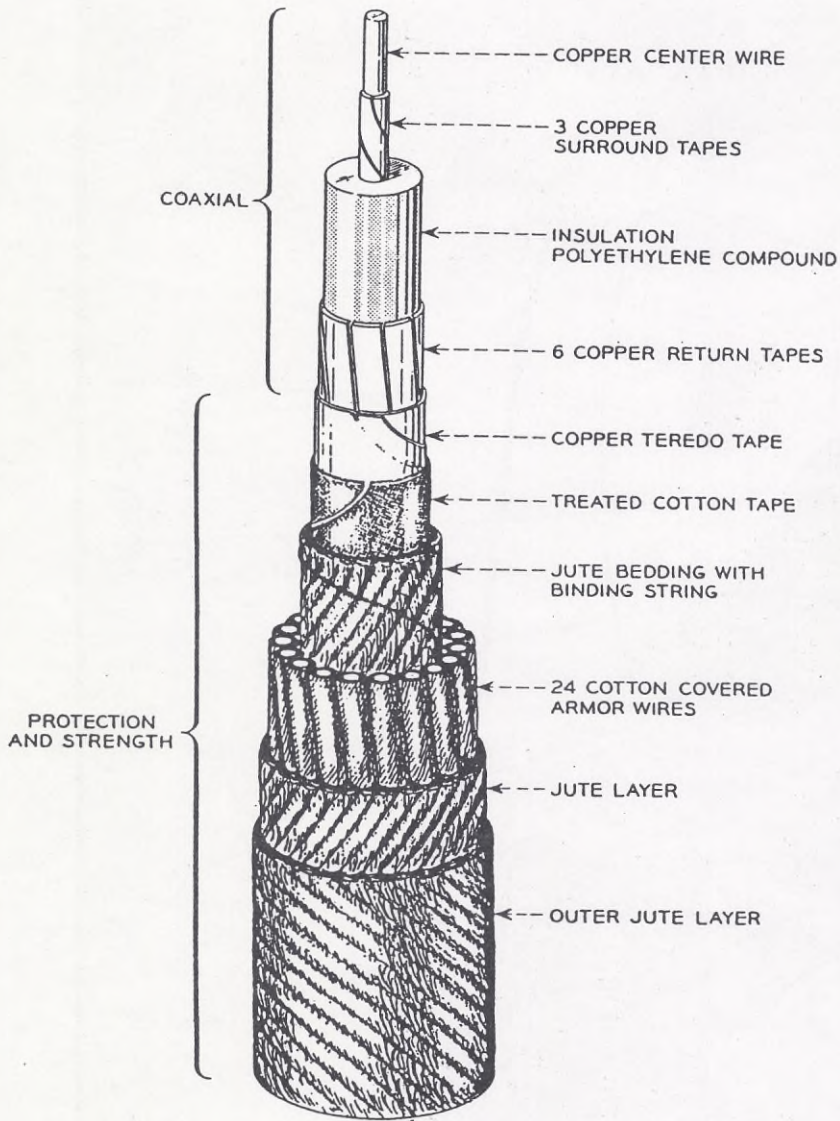


Figure 3. The Oban-Clarenville section of the Atlantic cable. Source: *Bell System Technical Journal* 36 (1957).

September 25, 1956, one month before the target date. The cables were manufactured by Simplex Wire & Cable (American section) and Submarine Cables Ltd. (British section), a company founded in 1935 and owned jointly by Siemens Brothers and Telcon. The 16 repeaters for the British section were made by Standard Telephones & Cables, the ITT company, which at the time was Europe's leading company in repeater engineering. Two separate cables were laid, each reserved for transmission in one of the directions and supplied with a total of 51 repeater units. The cable cores were coaxial with insulation of poly-ethylene, which gave 36 voice channels, which were later increased to 48. Seven of the circuits from Oban to London extended to the Continent, connecting Paris, Amsterdam, Brussels, Copenhagen, Berne and Frankfurt am Main with America. The 7,917 km long circuit between Copenhagen and Montreal made it the world's longest telephone cable line.

The 1956 telephone cable was the first transatlantic cable laid since 1928, when ocean telegraphy began its decline. With a capacity equivalent to almost six times that of all previous transatlantic telegraph cables, TAT-1 soon made cable telegraphy obsolete and was the major reason for the fading out of 18 ocean telegraph cables between 1960 and 1965. It was followed by several new ocean telephone cables with an increased number of circuits and repeaters using transistor technology. In 1963, a transpacific cable of length 10,773 km was laid between Canada and Australia, largely following the route of the 1928 loaded telegraph cable. Between 1956 and 1976 more than 50,000 miles of submarine telephone cables were laid.³⁷ The first transatlantic cable, TAT-1, was taken out of service in 1978.

The dominance of ocean cable telephony was of short duration, challenged already in 1965 by the first communications satellite, named Earlybird. Today the larger part of transatlantic telephony is transmitted wirelessly through satellites.

Such is the competition and pace of development in modern telecommunications technology that landmark achievements obtained with one system may be followed by its relative decline shortly later. This is not to say that the first transatlantic telephone cables were unsuccessful or of temporary importance only. Near the end of the millenium the Atlantic is

crossed by a large number of telephone cables, carrying more conversations across the ocean than ever. The TAT-6, for example, offered 4,000 channels. It began service in 1976, one hundred years after Graham Bell started the development with his invention of the electric speaking tube.

IX. Concluding Remarks

A large and expensive technological project such as TAT-1 is conservative almost by nature: because of the enormous expenses reliability is given first priority, which means that tested methods are preferred to state-of-the-art technology. As we have seen, none of the crucial technologies involved—the submerged repeater and the polythene insulation—were new in the mid-1950s. This does not mean, however, that the transatlantic cable was not innovative. Not only did it extend the distance of cable telephony enormously, it also coordinated known technologies in a new and effective way. The special issue of *Bell System Technical Journal* of 1957 provides impressive evidence of the complicated technical and organizational problems which had to be overcome in order to make TAT-1 a success.

All the same, transatlantic cable telephony was established at a relatively late date, not only if compared with the nineteenth-century telegraph counterpart but also if compared with the technological possibilities. There is little doubt that an effective cable could have been laid in 1930, possibly even a decade earlier. However, there is little force in such claims of missed technological opportunities, which disregard the obvious fact that the realization of large technological projects depend as much on social and economic circumstances as on technological possibilities. In the history of the transatlantic cable we find a pattern general for large technological projects or systems, namely a considerable lag time between the technological possibility and the project's actualization (the pattern does not apply to the transatlantic telegraph cable, though). What causes the project to be realized is not that the technology is available, but that it has stabilized and that the socio-economic situation is judged favourable.

References

- ¹ Translated from A. Gay, *Les Câbles Sous-Marins* (Paris: Gauthier-Villars, 1902), p. 7. The "soul" is not only a metaphorical expression, but was also a widely used technical term in the nineteenth century for the metallic core of the cable. In French, engineers spoke of "l'âme," in Danish of "sjælen," in German of "die Seele," and in Spanish of "el alma."
- ² Quoted in I. de Sola Pool, *Forecasting the Telephone: A Retrospective Technology Assessment* (Norwood, N.J.: Ablex, 1983), p. 29. R. V. Bruce, *Bell: Alexander Graham Bell and the Conquest of Solitude* (Ithaca, NY: Cornell University Press, 1973), p. 200.
- ³ T. A. Watson, *Exploring Life* (New York: Appleton, 1926), p. 125.
- ⁴ J. W. Strutt, "On telephoning through a cable," p. 356 in *Scientific Papers*, Vol. 2 (Cambridge: Cambridge University Press, 1900), and restated in Strutt, *The Theory of Sound*, Vol. 1 (London: Macmillan, 1894), p. 466. See also R. Appleyard, "The origin and development of the transmission equation," *Electrical Communication* 2 : 3 (1924), 183-88.
- ⁵ F. Van Rysselberghe, *Téléphonie Internationale. Rapport sur des Expériences récentes faites aux Etats-Unis d'Amérique* (Brussels: Ministère des Chemins de Fer, Postes et Télégraphes, 1886). D. G. Tucker, "François Van Rysselberghe: Pioneer of long-distance telephony," *Technology and Culture* 19 (1978), 650-74.
- ⁶ British patent no. 22,304 of 1891. S. P. Thompson, "Ocean telephony," *The Electrician* 31 (1893), 439-40, 473-75.
- ⁷ M. I. Pupin, US patent no. 652,230 of June 19, 1900. Pupin, "Wave transmission," *The Electrician* 45 (1900), 598-601. The coil loading system was independently invented by George Campbell at the Bell System. See N. J. Wasserman, *From Invention to Innovation: Long-Distance Telephone Transmission at the Turn of the Century* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1985).
- ⁸ H. Kragh, "The Krarup cable: Invention and early development," *Technology and Culture* 35 (1994), 129-57.
- ⁹ In discussion section of M. J. Kelly et al., "A transatlantic telephone cable," *Proceedings of the Institution of Electrical Engineers* 102, part B (1955), 117-138, on p. 135.
- ¹⁰ In discussion section of Pupin, "Wave transmission," p. 511.
- ¹¹ F. J. Brown, *The Cable and Wireless Communications of the World* (London: Pitman & Sons, 1930).

- 12 V. T. Coates and B. Finn, *A Retrospective Technology Assessment: Submarine Telegraphy* (San Francisco: San Francisco Press, 1979), p. 165. In 1927 the total volume of transatlantic messages handled by US carriers was 17,765 of which 21% were by radio; in 1935 the percentage had increased to 42 and four years later radio had surpassed cable telegraphy (*ibid.*, p. 175).
- 13 "Around the world by telephone," *Bell System Technical Journal* 14 (1935), 542-43.
- 14 K. W. Wagner, "Plan einer Fernsprechkabelverbindung zwischen Europa und Amerika," *Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften, Phys.-Math. Klasse*, 1929, 75-90. See also K. W. Wagner and U. Meyer, "Papierbleikabel für transozeanische Fernsprechverbindungen," *Europäischer Fernsprechdienst* no. 11 (1929), 10-16.
- 15 E. Müller, "Auf dem Wege zum Ozeanfernprechkabel," *Europäischer Fernsprechdienst* no. 20 (1930), 379-85.
- 16 *Ibid.* German patent no. 505,625 of August 21, 1930.
- 17 S. Inada, "Telegraph and telephone in Japan," *Electrical Communication* 9 (1930), 114-37.
- 18 S. Matsumae, *Study on the Long Distance Communication System by Non-Loaded Cable* (Tokyo: Corona-Sha, 1938; preface dated 1936), p. iii.
- 19 *Ibid.*, p. 116.
- 20 The topic is analysed in a broader context in H. Kragh, "Telephone technology and its interaction with science and the military, ca. 1900-1930," in M. J. Sanchez-Ron and P. Forman, eds., *National Military Establishments and the Advancement of Science and Technology: Studies in 20th Century History* (Boston: Kluwer International, 1995).
- 21 According to *Bell System Technical Journal* 36 (1957), pp. 1-324, which is devoted to the 1956 Atlantic cable. The early proposal is mentioned on p. 13.
- 22 G. L. Lawford and L. R. Nicholson, *The Telcon Story: 1850-1950* (London: TC&M Co., 1950), p. 103.
- 23 G. W. Elmen, "Magnetic properties of permivar," *Bell System Technical Journal* 8 (1929), 21-40. See also W. Fondiller, "Developments in Communication Materials," *Ibid.* 9 (1930), 237-57.
- 24 T. F. Purves, "Inaugural address," *Journal of Institution of Electrical Engineers* 68 (1929), 1-16.

- 25 H. A. Affel, W. S. Gorton and R. W. Chestnut, "A new Key West - Havana carrier telephone cable," *Bell System Technical Journal* 11 (1932), 197-212.
- 26 Federal Communication Commission, *Proposed Report. Telephone Investigation* (Washington D.C.: US Government Printing Office, 1938), pp. 254-56.
- 27 P. Young, *Power of Speech: A History of Standard Telephones and Cables 1883-1983* (London: Allen & Unwin, 1983), pp. 61-62.
- 28 British patent no. 471,590. The history of polythene is detailed in J. A. Allen, *Studies in Innovation in the Steel and Chemical Industries* (New York: A. M. Kelley, 1968), 7-52.
- 29 Lawford and Nicholson, *The Telcon Story*, p.135.
- 30 Robert Watson-Watt, codiscoverer of radar, as quoted in Allen, *Studies in Innovation*, p. 28.
- 31 Adapted from Purves, "Inaugural address."
- 32 G. R. M. Garratt, *One Hundred Years of Submarine Cables* (London: Science Museum, 1950), p. 54.
- 33 J. J. Gilbert, "A submarine telephone cable with submerged repeaters," *Bell System Technical Journal* 30 (1951), 65-87.
- 34 Kelly et al., "A transatlantic telephone cable." R. M. Black, *History of Electric Wires and Cables* (London: Peter Peregrinus, 1983), pp. 204-09.
- 35 F. O. Roe, "Søkabel-systemet Danmark-Holland med særlig omtale af de undersøiske forstærkere," *Teleteknik* 10 (1951), 182-96. A. H. Roche and F. O. Roe, "The Netherlands-Denmark submerged-repeater system," *Proceedings of the Institution of Electrical Engineers* 101, part 1 (1954), 180-89.
- 36 Black, *History of Electric Wires and Cables*, p. 121.
- 37 Coates and Finn, *Retrospective Technology Assessment*, pp. 162, 176.

HELENE SJUNNESSON

Nya handpappersbruk i Norden efter 1830

Inledning

År 1829 kan betecknas som en brytningspunkt i den nordiska pappers-tillverkningens historia. Då togs den första pappersmaskinen i Norden i drift vid det anrika danska pappersbruket Strandmøllen utanför Köpenhamn. Under 1830- och 1840-talen installerades pappersmaskiner också vid några av de största svenska, norska och finska pappersbruken, och i Danmark sattes ytterligare några pappersmaskiner upp. Dessa investeringar i en ny pappersteknik blev inledningen till den industriella epoken i branschens historia i Norden och början på en avveckling av pappersmakeriet som hantverk. Fram tills dess hade allt papper i de nordiska länderna formats arkvis och för hand i vattendrivna "papperskvarnar" av i regel obetydlig storlek. Den maskinella papperstillverkningen innebar en fabriksmässig drift i större anläggningar, kraftigt ökad produktion och fler anställda vid varje bruk. Man kan därmed tala om två olika typer av pappersbruk, *handpappersbruken*, som arbetade med den äldre och hantverksmässiga tekniken, och *maskinpappersbruken* eller "pappersfabrikerna", som de till en början kallades.

Handpappersbruken slogs undan för undan ut av den övermäktiga konkurrensen från maskinbruken. Men det handlade knappast om en snabb och plötslig förändring. Det dröjde till 1800-talets senare del innan maskintillverkningen fick sitt definitiva genombrott. Den relativt långsamma övergången till mekaniserad produktion berodde till stor del på bristen på pappersråvara. Sedan gammalt gjordes papper av textillump, främst linnelump. I takt med att papperstillverkningen ökade blev lumpen en bristvara. Situationen blev allt mer akut när maskintillverkningen infördes. Efter mycket experimenterande på många håll i Europa alltsedan 1700-talet löstes så råvaruproblemet under 1800-talets andra hälft i och med att man lyckades framställa papper av trämassa. Två olika metoder utarbetades. Enligt den första, den mekaniska metoden, slipades träet till massa under vattenbegjutning. Den andra metoden innebar kemisk kokning av träflis (sulfitmetoden och sulfatmetoden). Råvarubasen blev därmed till synes obegränsad och

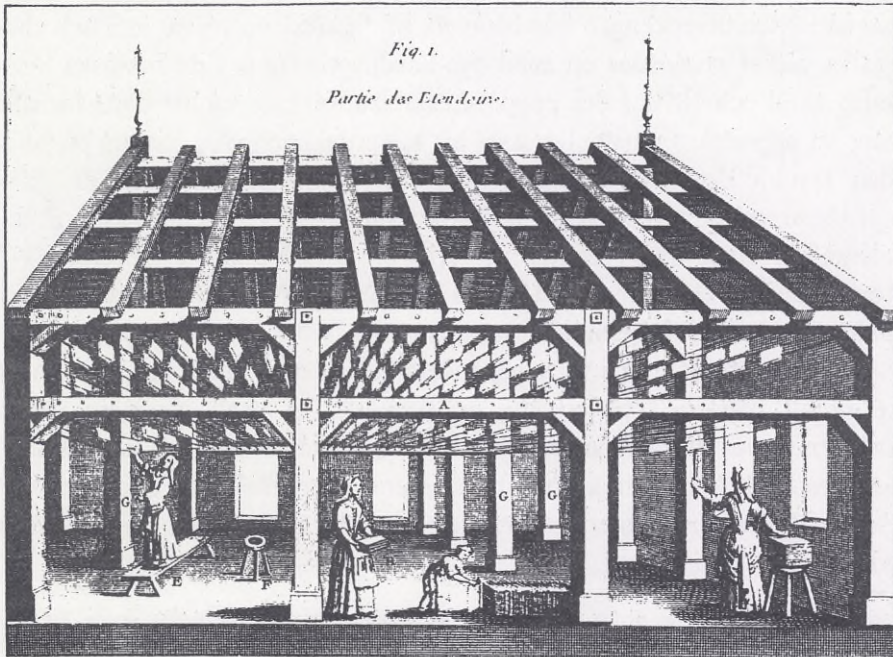
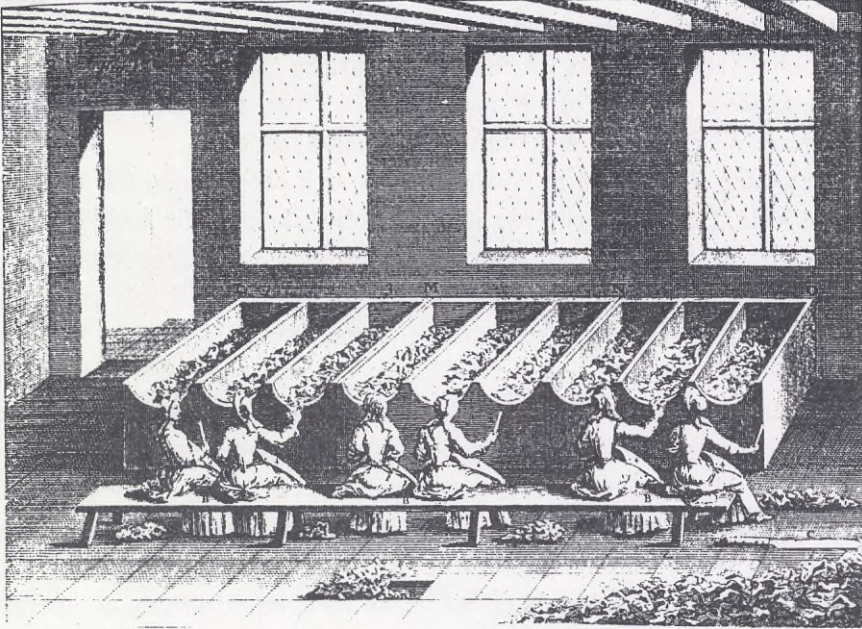
papperstillverkningen kunde utvecklas till en storindustri med en ny och delvis fristående näringsgren som grund - massaindustrin. I skogrika länder som Finland, Norge och Sverige anlades en mängd träsliperier och kemiska massafabriker under perioden 1870-1890. Många av dem var inriktade på export till pappersbruken i England och andra västeuropeiska länder.

Framväxten av den nya storskaliga massa- och pappersindustrin under 1800-talets två sista decennier medförde att papperstillverkningen för hand upphörde så gott som helt. I början av 1900-talet var endast ett fåtal handpappersbruk i drift i Norden. Detta händelsförlopp är förhållandevis väl känt och kan karaktäriseras som den första stora strukturomvandlingen inom branschen.

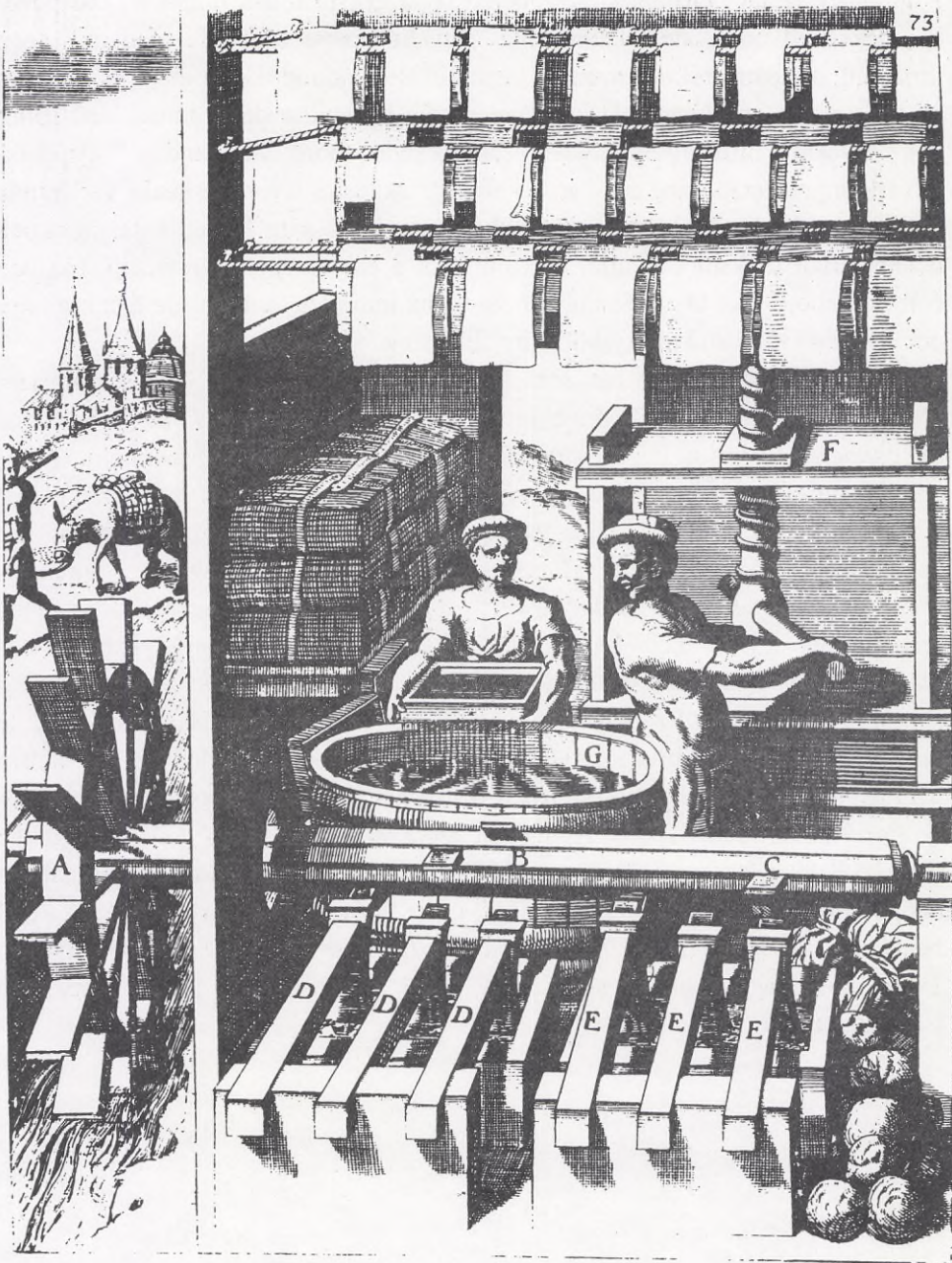
Perioden dessförinnan, 1830-1870, är mer att beteckna som ett övergångsskede då hantverksförfarandet anpassades efter de nya förhållandena och endast långsamt trängdes ut av den begynnande mekaniseringen. Vid de flesta handpappersbruken saknades förutsättningar för en omläggning till den nya maskinteknologien. Pappersmaskinerna var mycket dyrbara i anskaffning och ställde också större krav på drivkraft än det hantverksmässiga pappersmakeriet. Många handpappersbruk kunde drivas vidare ännu en tid genom att specialisera sig på vissa pappers- och pappsorter och genom att inrikta sig på en lokal marknad. Men utvecklingen från hantverk till fabriksindustri var inte helt entydig. I själva verket grundades ett antal nya handpappersbruk i de nordiska länderna mellan 1830 och 1890. I den pappershistoriska forskningen har detta förhållande knappast uppmärksamats. Intresset har huvudsakligen varit inriktat på att å ena sidan skildra de äldre handpappersbruken och å andra sidan de tekniska framstegen och framväxten av de industriella pappers- och massabruken. Ett undantag är Hans Peder Pedersens skrift *En Dansk papirfabrikant 1834-1848* (Köpenhamn 1991), som behandlar en köpenhamnsk företagares etableringar av handpappersbruk vid denna tid.

Hur kom det sig att nya handpappersbruk anlades efter det att man börjat övergå till maskinell tillverkning av papper? Jag skall här göra en första kartläggning av de handpappersbruk som grundades i Norden efter 1830 och diskutera deras lokalisering. Därefter skisseras några tänkbara, ofta samverkande orsaker till dessa nyetableringar av bruk med den traditionella hantverksmässiga tekniken.¹

¹ Sedan första versionen av denna artikel skrevs har Svante Lindqvist i "Changes in the Technological Landscape: The Temporal Dimension in the Growth and Decline of Large Technological Systems", i Granstrand, Ove (red.), *Economics of Technology* (Amsterdam: Elsevier, 1994) påpekat att teknikhistoriker mest studerat teknisk utveckling. Däremot saknas forskning rörande den rådande "tekniska volymen", dvs hela mängden existerande tekniker vid en viss tidpunkt. Lindqvist erinrar om att få studier berört hela livscykeln hos stora tekniska system - från växt till nedgång - och framhåller att vi bör uppmärksamma också de tekniker på nedgång, som kämpar för att överleva. Ett sådant studium skulle, menar Lindqvist ge en riktigare bild av den tekniska verkligheten.



Skärning av lump (övre bilden) var liksom sorteringen av den och upphängningen av pappersarken till torkning (nedre bilden) ett arbete, som vanligen utfördes av kvinnor. Ur De la Lande L'art de faire le papier, 1698.



Papperstillverkning.
I förgrunden det vattendrivna stampverket, där lumpen bearbetades till pappersmassa.
Ur Böckler, Theatrum machinarum, 1662.

Som underlag har i huvudsak använts tryckt pappershistorisk litteratur. Därutöver har också ett omfattande källmaterial gått igenom i samband med min egen forskning om pappers- och massaindustrin i Östergötland. Detta material kommer att redovisas i en kommande publikation som behandlar detta ämne. Vad gäller den tryckta litteraturen saknas jämförande nordiska studier. Pappers-tillverkningens etablering och utveckling har skildrats för varje land i varierande omfattning och med fokusering vid olika skeden. I Sverige har ett antal stora och innehållsrika bruksmonografier utkommit, bl a om Klippan, Grycksbo, Holmen och Lessebo. I stor utsträckning har studierna initierats av branschorganisationer och företag i samband med jubileer av olika slag.

För Sveriges del har här som underlag använts främst Sune Ambrosiani "Papperstillverkningen i Sverige intill 1800-talets mitt", i *Molae Chartariae Suecanae.1*. Svenska Pappersbruksföreningens 25-årsskrift (Stockholm 1923) och Gustaf Clemensson (red.), *En bok om papper*, utgiven av Aktiebolaget Klippans Finpappersbruk (Uppsala 1944). Finlands äldre pappersindustri har skildrats i två skrifter: Gabriel Nikander och Ingwald Sourander, *Lumpappersbruken i Finland*, utgiven av Finska Pappersingenjörsföreningen (Helsingfors 1955) och Kurt K. Karlsson, *Finlands handpappersbruk - vattenmärken, ägare och anställda* (Helsingfors 1981). I *Norske papirmøller og deres vannmerker 1695-1870* (Oslo 1973) har Haakon M. Fiskaa beskrivit de norska handpappersbruken. För Danmarks del skildras de äldsta handpappersbruken i Birte Rottensten och Ebba Waaben, *Danske vandmaerker & Papirmøller 1570-1695. 2*, utgiven av Konservatorskolen, Det Kongelige Danske Kunstakademi (Köpenhamn 1987.) Någon samlad studie av den danska pappersindustrin under 1700- och 1800-talen finns inte. En översikt ges i Axel Nielsen, *Industriens historie i Danmark, III: Tiden 1820-1870*, (Köpenhamn 1944). Den ovan nämnda skriften av H. P. Pedersen har här använts som huvudkälla.

Tillbakablick

Fram till år 1829 handformades, som nämnts, allt papper i de nordiska länderna - ark för ark framställdes av mästare och gesäller, assisterade av hjälppersonal, ofta kvinnor och barn. Tillverkningen gick i stort sätt till på samma vis som då de första pappersbruken grundades i Norden - i slutet av 1500-talet i Danmark och Sverige och under 1600-talets andra hälft i Norge och Finland. I takt med att ländernas administration, utbildningsväsen, näringsliv och infrastruktur utbyggdes och folkmängden ökade, steg efterfrågan på papper mer och mer under de följande århundradena. Man fann ständigt fler användningsområden för detta mångsidiga material. Vid sidan av de ordinarie kvaliteterna av skriv-, tryck- och omslagspapper, *kardus*, framställdes ett allt större antal specialpapper av olika slag, alltifrån sedelpapper till tapetpapper och tjock bokpapp.

Trots att antalet pappersbruk ökade kunde de inte tillgodose det tilltagande pappersbehovet. Detta kan belysas något med följande uppgifter. I slutet av 1630-talet fanns i Norden åtta papperskvarnar, sex i dåvarande Sverige och två i Danmark. Kapaciteten vid ett bruk kan vid den tiden gissningsvis ha varit runt 500 ris per år.² (Ett ris papper utgjordes i regel av 500 ark.) Den svenska produktionen kan i så fall ha legat runt högst 3.000 ris per år. Den årliga importen uppgick vid samma tid till ca 4.000 ris.³ År 1700 hade antalet pappersbruk i Norden ökat till tjugo. I Sverige fanns då femton bruk och i Danmark tre. Finland och Norge hade vardera ett pappersbruk. Det norska bruket, Bentse i Christiania, var det största och tekniskt mest avancerade i Norden med en årlig tillverkning på omkring 2.000 ris, varav en stor del levererades till Danmark.⁴

1750 var omkring 35 papperskvarnar i drift i de nordiska länderna. Av dem låg inte mindre än 30 i Sverige, där en papperbruksregion hade börjat utkristallisera sig i sydöstra Götaland.⁵ I Danmark fanns tre större bruk,

² Pappersmassans bearbetning skedde vid denna tid med stampverk, vanligtvis drivna av vattenhjul. På 1680-talet konstruerades i Holland en "maskin" med betydligt större kapacitet, *valskistan* eller *holländaren*.

³ Lars Sjödin, "De äldsta pappersbruken i Sverige", i Gustaf Clemensson (red.), *En bok om papper*, tillägnad Carl Joh. Malmros, Aktiebolaget Klippans Finpappersbruk (Uppsala 1944), 157.

⁴ Haakon M. Fiskaa, *Norske papirmøller og deres vannmerker 1695-1870* (Oslo 1973), 32-37. Bentse pappersbruk var när det startade 1695 en väl inrättad anläggning med de allra nyaste "Paafund" inom papperstillverkningen. Det hade anlagts under ledning av en pappersmästare från Zaandam, det berömda pappersdistriktet i Holland, där bl a "holländare" för malning av pappermassan först kom i bruk, på 1680-talet. Även om det inte nämns i texten finns uppgifter i Fiskaas beskrivning av bruket vid denna tid, som tyder på att det var inrättat med holländare. Om detta stämmer var Bentse det första nordiska bruket med holländare. I Sverige inrättades det första bruket med holländare på 1730-talet.

⁵ David Hannerberg, "Den äldre pappersbruksbygden i Sverige: En studie om initiativ och naturtillgångar", i

Strandmøllen, Engelsholm på Jylland och Maglekilde i Roskilde.⁶ I Norge var Bentse fortfarande det enda pappersbruket och Finland fanns då ingen papperskvarn i drift. År 1800 hade antalet pappersbruk i Norden ökat ytterligare. 63 kända bruk kan noteras. 53 av dem fanns i Sverige, två i Finland och fyra i Norge. I Danmark låg nu fyra papperskvarnar vid Mølleåen norr om Köpenhamn, och på Jylland fanns ett nystartat pappbruk söder om Ålborg. Därtill kom troligen ett antal små pappers- och pappbruk.⁷

Det stora antalet bruk i Sverige är markant, och bör bli ses mot bakgrund av att landets folkmängd var mer än dubbelt så stor som de övriga ländernas. År 1800 bodde nära 2,4 miljoner människor i Sverige, medan folkmängden i Finland, liksom i Danmark och Norge låg runt 1 miljon. Såväl tillgången på dåtidens pappersråvara - textillump - som efterfrågan på papper var därför högre i Sverige. Dessutom användes en hel del svenskt papper i Finland. Många av de svenska pappersbruken var därtill mycket små, med liten och ojämn tillverkning och lokal avsättning. Den inhemska produktionen täckte inte behovet, och under perioden 1718-1800 importerades i runda tal 20.000 ris årligen, huvudsakligen finare sorters skriv- och tryckpapper.

I samband med industrialiseringen och den fortsatta befolkningsökningen blev efterfrågan på papper allt starkare. Det uppstod en brist på papper i hela Europa. Det fanns två flaskhalsar, som hindrade en ökad produktion - det långsamma hantverksförfarandet och knappheten på råvara. Handtillverkningen var både tidsödande, mödosam och omständlig. Det har beräknats att varje pappersark hanterades över 32 gånger innan det var klart för leverans.⁸ Pappersarkens storlek begränsades av formatet på de formar, som pappersmakaren doppade i karet med massalösningen, byttan eller *kypen*, och formade arket i. Huvudråvaran för papper var vid 1800-talets början allttjämnt densamma som under medeltiden, då pappersmakarekonsten etablerades i Europa - textillump. Till skriv- och tryckpapper användes vit linne- och bomullslump. Till enklare papperssorter, som t ex kardus och papp användes färgad linne- och bomullslump samt yllelump. Även hampa användes som pappersråvara.

Gustaf Clemensson (red.), *En bok om papper*, 210-228.

⁶ Det totala antalet bruk i Danmark framgår inte av den här studerade litteraturen. Förutom de tre nämnda bruken kan det möjligen ha funnits andra och mindre papperskvarnar.

⁷ I Peter Jacobsen & Jacob B. Jensen, "Bruunshåb - Klostermølle: Bevaringsaktioner for to papfabriker", i *Fabrig og Bolig*, 1979:1, 4-13 omtalas sammanlagt fyra danska pappbruk.

⁸ Sune Ambrosiani, *Dokument rörande de äldre pappersbruken i Sverige*. Föreningen för svensk kulturhistoria, Böcker 1. (Stockholm 1923), s 302.

Pappersmaskinen

Med pappersmaskinen löstes det första av de två problem, som begränsat produktionen. På pappersmaskinerna kunde papper produceras kontinuerligt "i långa banor", snabbare och till lägre kostnad än det handformade papperet. Den första prototypen till en maskin, där papperet formades på mekanisk väg konstruerades av fransmannen Nicholas-Louis Robert, som 1799 erhöll patent på sin uppfinning. Hans maskin utvecklades därefter i England, där den första funktionsdugliga pappersmaskinen ställdes upp i ett pappersbruk i Frogmore, Hertfordshire år 1803. Under 1800-talets första decennier förbättrades maskinen successivt, främst av den engelske ingenjören Bryan Donkin. Vid hans maskinverkstad tillverkades huvuddelen av de pappersmaskiner av sk långdukstyp, som installerades i Europa under 1800-talets första hälft. I England vann pappersmaskinerna snabbt insteg. År 1805 var sex maskiner i drift och 1835 hade antalet stigit till 82. På 1810-talet installerades de första pappersmaskinerna på den europeiska kontinenten. I Frankrike sattes den första pappersmaskinen upp 1814 och i Tyskland 1818. I början av 1850-talet skall 950 pappersmaskiner ha varit i bruk i Europa.⁹

Under 1800-talets första decennium framträdde också en annan typ av pappersmaskin i England. Det var den sk cylindermaskinen, vars upphovsman var mekanikern Joseph Bramah i London. Hans maskin fungerade dock inte tillfredsställande. Senare förbättrades den och gjordes funktionsduglig av pappersbruksägaren och teknikern John Dickinson. Cylindermaskinen kom efter hand att användas för produktion av grövre papperssorter och papp.¹⁰

Dessa två grundtyper av pappersmaskiner har legat till grund för nutidens jättelika processmaskiner.

Pappersråvaran

Den produktionsökning som den maskinella tillverkningen av papper möjliggjorde, medförde som nämnts att råvarubristen blev än mer akut.

Före introduktionen av trämassemetoderna kunde den värsta bristen på lumpråvara avhjälpas tack vare två metoder, som utarbetats kring sekelskiftet

⁹ Se t. ex. Gustaf Clemensson, *Papperets historia intill 1880*, Grafiska Institutets skriftserie. 8 (Stockholm 1953).

¹⁰ Se t. ex. *ibid.*

1800. Den ena var blekning med klor, som gjorde det möjligt att i viss utsträckning använda färgad lump för tillverkning av ljusa papper. Den andra var halmmasemetoden, som gick ut på att finskuren halm kokades i en alkalisk lösning till en pappersmassa, av rätt god kvalitet. Halmmasan användes inte sällan som inblandning i lumpmassan. Ett problem var dock att tillgången på halm kunde vara ojämn. Innan de kemiska trämassemetoderna slagit igenom i slutet av 1800-talet gjordes en hel del papperssorter av en blandning av lump-, halm- och slipmassa. För papptillverkning användes också gammalt papper och papp som råvara.

De nordiska pappersbruken på 1820-talet

Vid 1800-talets början hade den politiska kartan för länderna i Norden ändrats. Sverige hade förlorat Finland, som nu stod under rysk överhöghet. Norge hörde inte längre till Danmark och bildade från 1814 union med Sverige. Näringspolitiskt var den merkantilistiska ekonomiska politiken ännu rådande. Pappersbruken tillhörde manufakturerna, som reglerades, stöddes och beskyddades av staten. Under seklets två första decennier hade ett flertal pappersbruk tillkommit. Särskilt under Napoleonkrigen, hade den inhemska pappersindustrin gynnats, eftersom importen av papper från Holland, Tyskland och Frankrike avbrutits.

Den stigande efterfrågan på papper gällde inte minst tryckpapper till det växande antalet boktryckerier och till de många nystartade tidningarnas tryckerier.¹¹ Ännu användes handpressar vid så gott som alla nordiska tryckerier. Ute i Europa hade nya, effektivare tryckerimetoder nyligen börjat tas i bruk. I England hade tidningen *The Times* 1814 installerat en ångmaskindriven cylinderpress, som tysken Friedrich Koenig hade fått patent på 1811. Genom övergången till maskinell tryckning mångdubblades kapaciteten. Med en handpress kunde 250 ark tryckas i timmen.¹² På Koenigs "snällpress", som den kom att kallas, trycktes 1.100 ark per timme, och de var dessutom av dubbelt så stort format som de som framställdes i en handpress.¹³ I Norden anskaffades de första tryckmaskinerna under åren runt 1830. Det var dyrbara investeringar, som

¹¹ I Sverige grundades ett flertal tryckerier efter det att 1810 års tryckfrihetsförordning trätt i kraft.

¹² Se t. ex. Marianne Landqvist, (red.), *Det tryckta ordet: Svensk tryckeriteknik under 500 år*, Utställningskatalog, Sveriges Tekniska Museum (Stockholm 1986).

¹³ Gabriel Nikander & Ingwald Sourander, *Lumppappersbruken i Finland: En historik*, (Helsingfors 1955), 179.

kunde genomföras av de större tryckerierna. Först bland dem som mekaniserade tryckningen var den danska Adresse-Avisens tryckeri, där en ångmaskindriven cylinderpress installerades 1825.¹⁴ I Sverige var N. M. Lindhs tryckeri i Örebro först med att skaffa en snällpress, år 1829. Två år senare togs en engelsk cylinderpress i drift vid tryckeriet för tidningen Aftonbladet, som grundats 1830.¹⁵

Antalet kända pappersbruk i Norden år 1825 var 98. Se *Karta 1. Pappersbruk i Norden år 1825*. I Danmark fanns tio pappersbruk, enligt den litteratur som här anförts. Av dem hade fyra grundats under 1810-talet. Antalet danska bruk av mindre storlek vid denna tid var dock sannolikt betydligt större.¹⁶ I Finland var fem pappersbruk i drift, varav fyra anlagts omkring 1820. I Norge fanns sju bruk, varav fyra byggts efter 1810, och i Sverige var antalet bruk inte mindre än 76.¹⁷ De flesta av dem var belägna i de södra och mellersta delarna av landet. Sverige var i stort sett självförsörjande på papper vid denna tidpunkt, och viss export hade kommit igång - 1824 exporterades drygt 35.000 ris.¹⁸ Ändå var papperstillverkning inte någon särskilt betydande näringsgren och flertalet bruk hade en blygsam produktion och mindre än tio personer anställda. Det fanns dock ett antal mer betydande bruk med mycket större personal. Vid det skånska Klippan, landets största bruk framställdes i medeltal 9.330 ris per år mellan 1820 och 1824. Efter en del tekniska förbättringar var produktionen några år senare, 1827-1831, uppe i ca 12.500 ris årligen.¹⁹ Klippan var då Sveriges största bruk med ca 100 personer anställda.²⁰ Andra större bruk var bl a Lessebo, Grycksbo och Korndal. I Finland var Tammerfors det största bruket. 1825 var 40 man

¹⁴ Torben Ejlersen, "Danmarks grafiske Museum i Odense", i *Fabrig og Bolig*, 1982:1, 24.

¹⁵ Landqvist, 24.

¹⁶ Hans Peder Pedersen, *En dansk Papirfabrikant 1834-1848*. Konservatorskolen, Det Kongelige Danske Kunstakademi (Köpenhamn 1991), 7.

¹⁷ Denna siffra bygger på uppgifter i *Molæ Chartariæ Suecanæ*, 1, 181 ff. och *En bok om papper*, 404 ff.

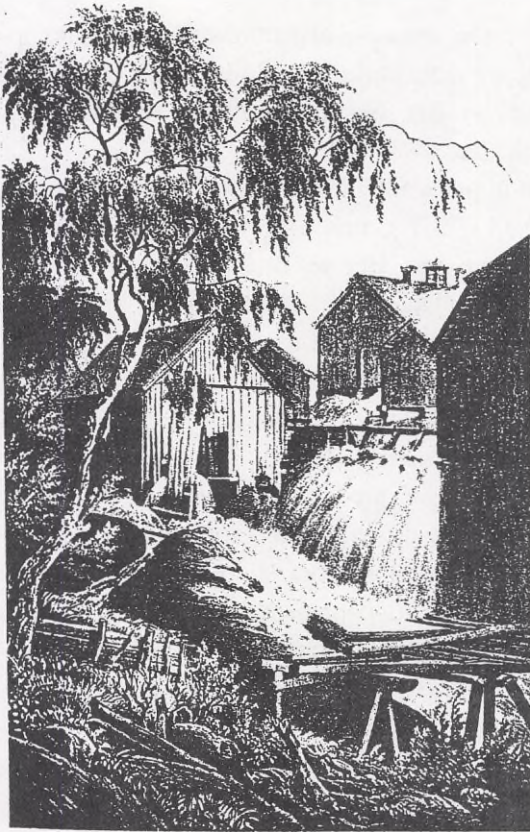
¹⁸ Gustaf Clemensson, "Statistiska uppgifter om svensk pappershandel och papperstillverkning", i *En bok om papper*, 390.

¹⁹ Gustaf Clemensson, *Klippans pappersbruk 1573-1923* (Lund 1923), 101.

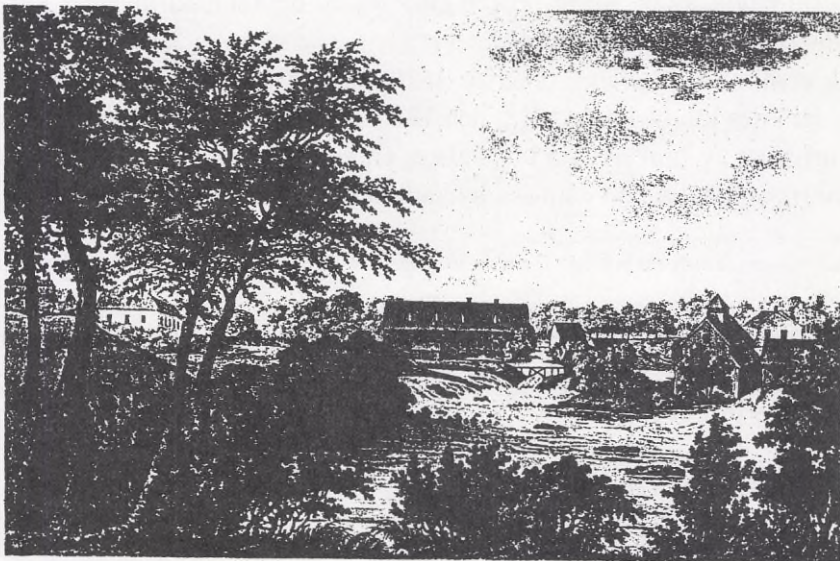
²⁰ Gustaf Clemensson, "Statistiska uppgifter om svensk pappershandel och papperstillverkning", i Clemensson, *En bok om papper*, 378-423, 394. År 1831 var antalet arbetare vid Klippans pappersbruk 102. Vilka kategorier av arbetare, som inräknades framgår ej. Produktionen uppgick detta år till 11.257 ris samt 1.800 ark takpapper och 1.460 stycken ark av annat slag. Uppgiften härrör från pappersbrukens årsberättelser till hallrätterna om tillverkningen vid fabriker och industrier. Som jämförelse kan nämnas motsvarande uppgifter för två av de andra stora svenska bruken, Grycksbo och Lessebo. Vid Grycksbo uppgavs antalet arbetare år 1831 vara 54, och tillverkningen uppgick till 5.341 ris. Motsvarande uppgifter för Lessebos del var 21 arbetare och en produktion av 6.978 ris.

Karta 1.
Kända pappersbruk i Norden i drift år 1825.





*Juvankoski pappersbruk
på 1830-talet.
Ur Z. Topelius,
Finland i teckningar.*



Klippans pappersbruk i Skåne år 1817.

anställda där. Dessutom arbetade många arbetarhustrur med lump- och papperssortering. Danmark hade tre stora bruk. Vid Mölleån norr om Köpenhamn låg Strandmøllen och Ørholm-Nymølle, som drevs tillsammans. Vid Roskilde fanns Maglekildes pappersbruk. År 1820 var antalet anställda vid Ørholm-Nymølle 100, och produktionen uppgick till 28.000-30.000 ris. Vid Strandmøllen tillverkade 60-70 personer 10-14.000 ris, och vid Maglekilde framställde 40 arbetare ca 15.000 ris.²¹ I Norge var Bentse bruk i Christiania det mest betydande. De större bruken innehades av kapitalstarka bruksägare och företagare och skilde sig från övriga pappersbruksägare.

Det är svårt att ange det totala antalet pappersarbetare i de nordiska länderna vid denna tid; jämförbara siffror saknas. De kan ha varit mellan 1.650 och 2.500, varav 1.100 - 1.300 i Sverige.²²

Flertalet bruk var små anläggningar med verksbyggnader av trä. De var belägna invid vattenfall, som gav både drivkraft och fabrikationsvatten. Det har beräknats att det åtgick 1.000 kg vatten för att göra ett kg papper.²³ Ett tecken på vattnets betydelse för produktionen är att pappersmakarna kunde karaktärisera sitt yrke som ett "vattenarbete".²⁴ Ett återkommande problem vid många bruk, särskilt under sommaren, var vattenbrist, som kunde medföra att driften måste inskränkas. Det förekom knappast någon specialisering, utan varje bruk framställde i regel en eller ett par kvaliteter av vardera skrivpapper, tryckpapper, grövre papperssorter och papp. Storleksfördelningen mellan sorterna berodde på tillgången på olika lumpkvaliteter.

Vid några av de större bruken infördes en del tekniska nyheter i början av 1800-talet. Framför allt började träet gradvis att ersättas av järn i utrustningen. Ett bruk som moderniserades omkring 1820 var Strandmøllen utanför Köpenhamn. Där infördes klorblekning 1818, och 1820/21 anskaffades en liten ångmaskin för att driva en av brukets fyra holländare, eftersom bruket led av vattenbrist. Från Frankrike inköptes kort därpå en hydraulisk papperspress till bruket.²⁵

²¹ Axel Nielsen, *Industriens historie i Danmark. III. Tiden 1820-1870* (Köpenhamn 1944), 236-237.

²² Några år senare, år 1831, uppgavs antalet svenska pappersbruk vara 92 med 1.347 arbetare. Uppgiften återfinns i Clemensson, "Statistiska uppgifter om svensk pappershandel och papperstillverkning", 395.

²³ Sune Ambrosiani, "Papperstillverkningen i Sverige intill 1800-talets mitt", i *Molae Chartariae Suecanae*, 1, (Stockholm 1923), 65-198, 109.

²⁴ Telefonintervju 1990 med f. pappersmakaren Carl Seger, Motala, som i början av 1900-talet arbetade vid Holms handpappersbruk i Motala.

²⁵ Uppgifter sammanställda ur Chr. Kirchoff-Larsen, *Aktieselskabet De forenede Papirfabrikker 1889-1939* (Köpenhamn 1939).

De första pappersmaskinerna i Norden

Strandmöllens produktion hade ökat efter de ovan gjorda investeringarna, och bruket var på 1820-talet Danmarks mest betydande. Dess ägare, kammarrådet Johan Christian Drewsen köpte 1828 den första pappersmaskinen i Norden till Strandmöllen. Det var en långduksmaskin, som beställdes av den engelska verkstadsfirman Bryan Donkin & Co. Drewsen beställde samtidigt sex holländare av gjutjärn från samma firma samt en ny och större ångmaskin. På pappersmaskinen framställdes främst tryckpapper. Produktionen steg inom två års tid från ca 12.000 till 36 000 ris per år.²⁶

Redan det första året pappersmaskinen var i drift besöktes Strandmöllen av såväl intressenterna för det närbelägna Örholm-Nymölle som av ledarna för fyra av de större svenska handpappersbruken - Klippan i Skåne, det småländska Lessebo, Grycksbo i Dalarna och Holmen i Norrköping. De blev mycket imponerade och den 25-årige Johan Henrik Munktell från Grycksbo har beskrivit hur han "riktigt gapade på bondmanér över detta mästerverk av mekanisk uppfinning."²⁷

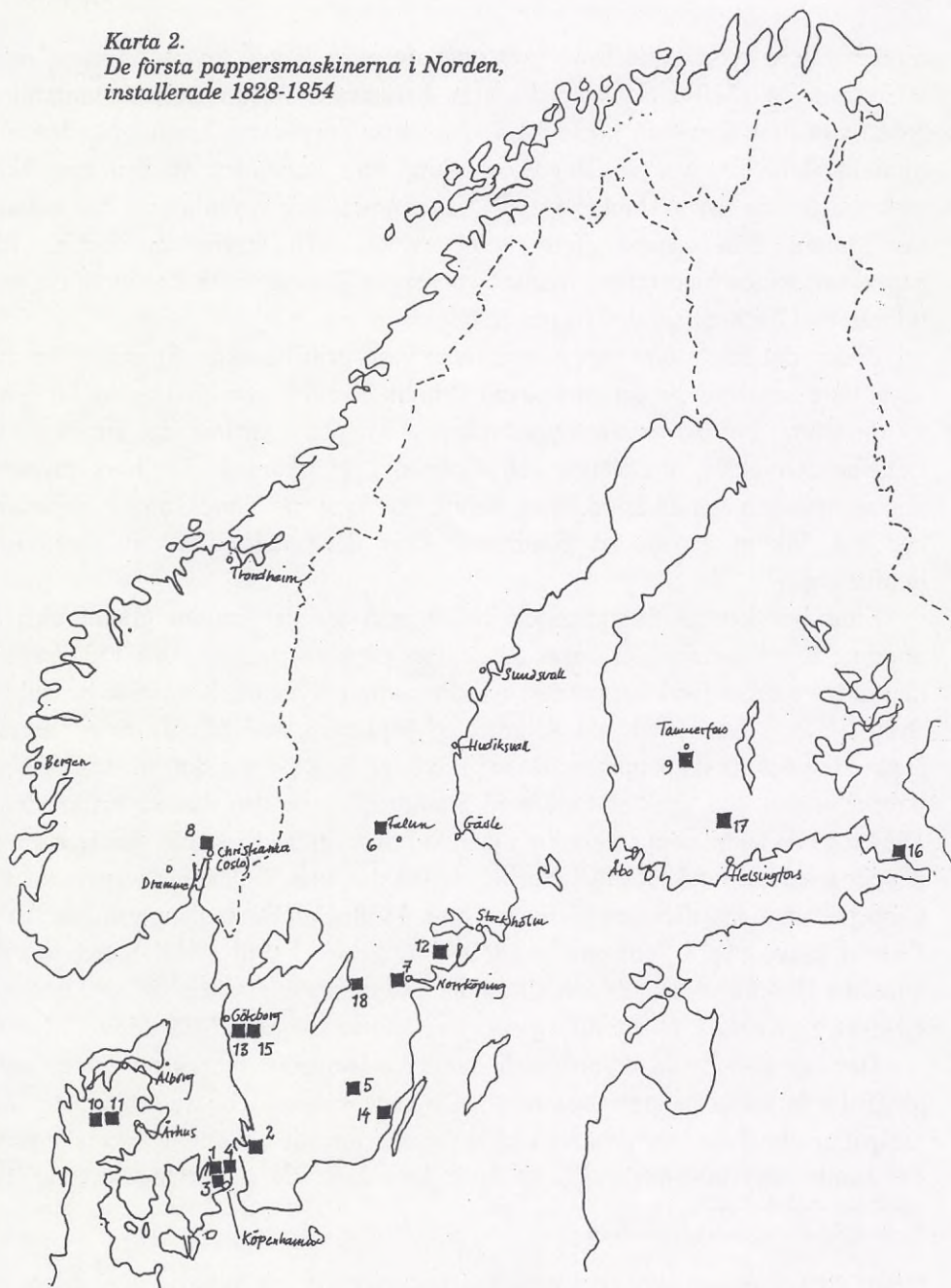
Efter besöket på Strandmöllen gav ägarna för det danska grannbruket i uppdrag åt två danska mekaniker att kopiera pappersmaskinen, och 1832 sattes den första danskstillverkade pappersmaskinen upp i Nymölle. Samma år beställde Sven Magnus Sunnerdahl på Klippan en pappersmaskin från Donkins firma. Detta blev den första pappersmaskinen i Sverige. Klippan var det största svenska pappersbruket och konkurrerade med Strandmöllen på den danska marknaden. 1834 togs en andra pappersmaskin i drift vid Strandmöllen. Två år senare köptes pappersmaskiner också till Lessebo, Grycksbo och Holmen. Norges första pappersmaskin installerades på Bentse bruk 1838. Den första pappersmaskinen i Finland sattes upp i Tammerfors 1840/41 och togs i drift 1842. Samtliga var engelska långduksmaskiner och alla utom Tammerforsmaskinen var av Donkins fabrikat. Se *Karta 2. De första pappersmaskinerna i Norden 1829-1854*.

Det var således de dominerande nordiska handpappersbrukens ägare, som skaffade de första pappersmaskinerna. De hade sannolikt bättre möjligheter än småpappersbrukens innehavare att hålla sig informerade om den nyaste tekniken. De kunde resa utomlands och de hade kontakter. En pappersmaskin var en

²⁶ Chr. Kirchoff-Larsen, 18 (onummerade sidor).

²⁷ Bertil Boëthius, *Grycksbo 1382-1940, Minnesskrift*, Grycksbo Pappersbruk Aktiebolag med anledning av pappersbrukets tvåhundraåriga tillvaro (Falun 1942), 296.

Karta 2.
De första pappersmaskinerna i Norden,
installerade 1828-1854



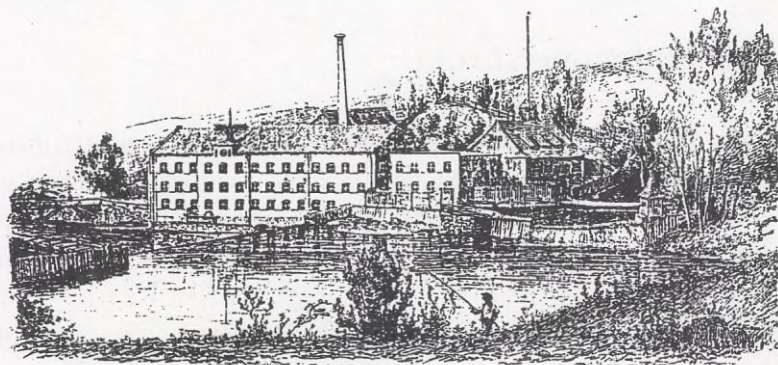
Karta 2.

De första pappersmaskinerna i Norden, år 1828-1854.

Bruk och installationsår.

1. Strandmöllen 1828/29
2. Klippan, 1832
3. Örholm-Nymölle, 1832
4. Strandmöllen, pappersmaskin 2, 1834
5. Lessebo, 1836
6. Grycksbo, 1836
7. Holmen, 1836
8. Bentse, 1838
9. Tammerfors, 1840/41
10. Silkeborg, 1844
11. Silkeborg, pappersmaskin 2, 1847
12. Nykvarn, 1847/48
13. Korndal, 1848/49
14. Fredriksström, 1851
15. Korndal, pappersmaskin 2, 1851
16. Talisola, 1852
17. Tervakoski, 1853
18. Motala 1854

Det var till övervägande delen till de större handpappersbruken, som de första pappersmaskinerna anskaffades. Nya företag, som grundats för uteslutande maskinell papperstillverkning var Silkeborg, Nykvarn, Fredriksström och Motala.



Bentse bruk (Övre Mölle) i Christiania på 1850-talet.

Ur Gunnar Christie Wasberg, 150 år i papper: Carl Emil A/S 1840-1990.

mycket kostsam investering. Med undantag för Munktell på Grycksbo, vars ekonomiska ställning var mycket god, sökte och erhöll samtliga nämnda fabrikanter statliga lån för maskininköpen. För införseln beviljades tullfrihet. Intressant att notera är att det i Danmark, Sverige och Norge var vid de äldsta bruken, med anor från 1600-talet, som de första pappersmaskinerna installerades. Tammerfors pappersbruk i Finland var även det ett väletablerat företag, grundat 1785. Det första nygrundade bruket, som baserades på maskinell papperstillverkning var Silkeborg på Jylland, anlagt 1843 av familjen Drewsen och taget i drift två år senare.

1850 var tretton pappersmaskiner i verksamhet i Norden. På dem framställdes främst tryck- och skrivpapper. Mellan 1850 och 1854 togs ytterligare maskiner i drift. Några av dem förvärvades av nybildade företag. Förutsättningarna hade nu börjat bli gynnsammare för satsningar på den nya pappersteknologien. Liberalismen hade fått sitt genombrott och en viss näringsfrihet genomfördes. Nya produktionsmetoder infördes inom flera näringsgrenar och industrialiseringen var i sitt inledningsskede. Genom de nya affärsbankerna och aktiebolagsväsendet hade nya möjligheter skapats att finansiera dyrbara maskininköp. Dessutom förbättrades det allmänna konjunkturläget vid denna tid. Att det ändå inte gjordes fler investeringar i pappersmaskiner berodde sannolikt främst på det kvarstående problemet med råvarubristen. Den huvudsakliga pappersråvaran var fortfarande lump. Trämassa började inte användas förrän åren omkring 1860. Det första träsliperiet i Norden anlades 1857 vid Önan nära Trollhättan för Korndals pappersbruks behov. På 1860- och 1870-talen grundades ett stort antal träsliperier. De första sulfit- och sulfatfabrikerna anlades på 1870-talet.

De nya handpappersbruken

Redan några år efter det att de första pappersmaskinerna tagits i drift vid svenska bruk lades en del av de närmast dem belägna handpappersbruken ned. Andra överlevde ännu en tid genom att övergå till att framställa enklare papperssorter och papp, som då inte kunde tillverkas maskinellt. Först under 1800-talets senare hälft blev konkurrensen från de allt fler maskinbruken i de nordiska länderna övermäktig. Dels hölls deras produktion inte längre nere av råvarubrist, sedan trämassan slagit igenom som pappersråvara, dels började allt fler papperssorter kunna tillverkas maskinellt. Följden blev att det ena efter det andra av de handpappersbruk, som ej omändrades för maskinell drift, lades ned. I Finland och Norge fanns inga pappersbruk med enbart handtillverkning kvar i drift efter 1870-talet.

Det som här skall uppmärksammas är som nämnts de nya handpappersbruk, som anlades i de nordiska länderna under 1830- och 1840-talen och senare, dvs under en tid då maskinbruk redan var i gång. *Karta 3* visar handpappersbruk i Norden, som grundats efter det att respektive lands första pappersmaskin tagits i drift. För Finlands del har här också medtagits två handpappersbruk, som anlades och började sin verksamhet samtidigt som Tammerfors pappersmaskin höll på att tas i drift 1842. Det senast anlagda finska handpappersbruket, Talisola, grundat 1851, drevs från 1853 i kombination med maskintillverkning. Med dessa tre bruk är det sex nya finska handpappersbruk och ett norskt. I Sverige rör det sig om inte mindre än 25 bruk, belägna såväl inom den traditionella pappersbruksregionen i södra delarna av landet, som längre norrut. Det är svårt att veta antalet danska handpappersbruk anlagda efter 1829, då Strandmöllens första pappersmaskin kommit igång. Uppgifterna är ofullständiga i den här anförda tryckta litteraturen. Åtminstone nio nya bruk kan emellertid noteras. I Hans Peder Pedersens nämnda skrift återges förteckningar över tillstånd att grunda pappersbruk, som utfärdats mellan åren 1816 och 1848.²⁸ Dessa förteckningar har varit min huvudsakliga källa. Om man räknar de tillstånd, som avser kungariket Danmark (ej hertigdömena Schlesvig-Holstein) och utesluter dels sådana tillstånd som kasserats, dels sådana som avser då redan befintliga handpappersbruk och kända maskinpappersbruk så rör det sig om ca 25 tillstånd under perioden 1829-1848, varav 10 i Köpenhamn. Också i övriga Danmark, bl a i Roskilde, på Fyn och på Jylland anlades ett flertal småbruk efter 1829/30.²⁹ Det var i regel fråga om en produktion i liten skala, bl a papptillverkning, ofta bedriven som binäring till annan verksamhet.³⁰ Hur många bruk som verkligen byggdes i Danmark efter 1829/30 är hittills inte klarlagt.³¹

Sammanlagt kan det således ha rört sig om minst ett fyrtiotal, sannolikt fler nya handpappersbruk i Norden efter 1830, varav flertalet anlades i Sverige och Danmark. Hur kom det sig att så pass många handpappersbruk grundades trots att

²⁸ Pedersen, 10-13. Ur Generaltoldkammerets og Commercekollegiets Fabrik- og Industrikontors register återges här utfärdade tillstånd till "Papirfabrikker med Toldfrihed" på vissa produkter mellan 1816 och 1848.

²⁹ Jacobsen & Jensen, 4-5.

³⁰ Pedersen, 14.

³¹ Pedersen uppmanar till forskning om de många små pappersbruken i Danmark under 1800-talets första hälft, 7.

Karta 3.

Kända handpappersbruk i Norden grundade efter det att den första pappersmaskinen i respektive land tagits i drift, dvs efter 1829-1840/41.

● *Pappersbruk och anläggningsår eller driftsår.*

Danmark

— första pappersmaskinen i drift 1829.

- 1 C. Reiermanns pappersbruk, 1830 (senare maskinbruk)
- 2 Elisabeths Minde, Köpenhamn, 1834-1841
- 3 Fåborg, 1835 (senare flyttat och maskinpappbruk - 1966)
- 4 Borums pappersbruk, Roskilde, 1835
- 5 Ydings pappersbruk, Köpenhamn, 1835
- 6 Brønsholmsdal, utanför Köpenhamn, 1837-1840
- 7 Fredriksdal, utanför Köpenhamn, 1838-1845
- 8 Sct. Clara Mølle, Roskilde, 1830-talet
(1871 maskinbruk - 1957)
- 9 Havreholm, utanför Köpenhamn, 1842-1848

+ *Tillstånd till papperstillverkning (handpappersbruk)*

Namn, plats och år för utfärdat tillstånd.

Uppgifter ur Pedersen,

H. P., En Dansk Papirfabrikant 1834-1848

(Köpenhamn 1991).

- A Pirtzel, F., vid Ålborg, 1829
- B Scheel, C. L., Amagerbro, Köpenhamn, 1831
- C Jensen, L., Roskilde, 1831
- D Ernholdt, A., Köpenhamn, 1831
- E Hallberg, O. W., Ringköpings Amt, 1832
- F Obel, L., Hulemose, Præstø Amt, 1832
- G Hansen, P., Rimers mølle vid Roskilde, 1832
- H Wennecke, Nyraads grund, Præstø Amt, 1833
- I Culmsen, L., Köpenhamn, 1833
- J Christensen, S., Nymølle, Ringköping, 1833
- K Juul, O. P., Köpenhamn, 1834
- L Birkemose och Benjaminsen, K. G., Ringköpings Amt, 1834
- M Hansen, W., Köpenhamn, 1834
- N Hansen, A., Köpenhamn, 1835
- O Hertz, E., Vesterbro, Köpenhamn 1835
- P Lau, H., och Rasmussen, A., Vesterkjærninge,
Svendborg Amt, 1835
- Q Tegner, L. F., Helsingør, 1835
- R Lindberg, G. A., Köpenhamn, 1836
- S Simonsen, A., Alsted, Sorø Amt, 1837
- T Lund, J. G., Thisted, 1837
- U Smith, P., Ringköpings Amt, 1841
- V Culmsee, J. P., Herslöv, Köpenhamns Amt, 1841
- X Davidsen, A., Vesterbro, Köpenhamn, 1842
- Y Davidsen, A., Østerbro, Köpenhamn, 1842
- Z Kühler Wistoft, F. W., Lubeck mølle, Viborg Amt, 1843

Karta 3, forts.

Sverige

— Första pappersmaskinen i drift 1832

- 1 Buttorp/Segerstad, 1833-1864
- 2 Björbäck/Katrinedahls, 1833
(senare maskinpappbruk)
- 3 Höljeryd, 1834-1862
- 4 Stenhestra/Stensö, 1835-ca 1880
- 5 Västanå, 1835- ca 1855
- 6 Åkleby, 1836-1874/75
- 7 Högnalöv, 1836-1853
- 8 Ålhult, 1836-1890-talet
- 9 Lund, 1842-ca 1869
- 10 Fredriksfors 1846- ca 1868
- 11 Blombacka, 1847-1873
- 12 Stångeå, 1847-ca 1870
- 13 Trollhättan (flyttades en gång),
1847-1872
- 14 Vaplan, 1847/48-1868
- 15 Gadöborg, 1847/48-ca 1870
- 16 Lidfors/Lilla Götafors, 1848/49-1883
- 17 Hoka, 1850-1861
- 18 Hackefors, 1852-1865
- 19 Djuckerö, 1853-1858
- 20 Hanefors, 1853-1873
- 21 Vårestorp, ca 1853-ca 1865
- 22 Tararp, 1863-ca 1900
- 23 Kvarntorp, 1868-1890-talet
- 24 Forså-Långasjönäs, 1874-1967
(även maskinbruk från 1930, i drift)
- 25 Holm, 1890-1920

Norge

— första pappersmaskinen i drift 1838

- 1 Gausa, 1849-1872

Finland

— första pappersmaskinen, installerad 1840/41, i drift 1842

- 1 Långfors 1840/42-1873
- 2 Granfors 1841-1873
- 3 Vianto-Taipele 1844-1857
- 4 Haga, 1848-ca 1856
- 5 Terttilä, 1849-1874
- 6 Talisola, 1851-1864
(även maskinbruk från 1853)

pappersmaskinerna redan konkurrerat ut en del handbruk? Jag vill med hjälp av ett antal exempel ta upp några tänkbara och samverkande faktorer. Det bör påpekas att det är frågan om en första ansats att finna några möjliga orsaker till varför dessa nyetableringar gjordes.

Lagstiftning

En intressant fråga är vilka lagar och förordningar som kan ha underlättat etableringen av handpappersbruk vid denna tid. Några exempel från Danmark och Sverige väljs här.

Den danska pappersproduktionen stagnerade i början av 1820-talet. Importen hade åter kommit igång efter Napoleonkrigets slut. Från Frankrike och Sverige infördes tryckpapper och från Holland fint skrivpapper. De danska pappersfabrikanterna klagade på att lump exporterades till andra länder. De gick samman och med den inflytelserike bruksägaren Drewsen på Strandmøllen i spetsen lyckades de genomdriva en statlig förordning om *lumpexportförbud*, "Kluddecirkulaeret" av den 26 januari 1825.³² Följden blev att tillgången på lump i Danmark steg och att priset sjönk. Ett par år efter det att lumpexportförbudet trätt i kraft utfärdade det kungliga danska kansliet år 1833 ett *cirkulär*, som inskräppte vikten av att följa den kungliga resolution av år 1812, där det stadgades att *ministerial-kyrkböcker skulle föras*.³³ Pedersen konstaterar att många nya kyrkböcker därefter påbörjades i socknarna i hela landet. Vid en genomgång av arkivmaterial har han funnit att det användes stora mängder av inte särskilt gott papper i bl a kyrkböckerna från denna tid. Sannolikt var detta papper tillverkat vid handpappersbruk. Dessa två förordningar främjade den inhemska pappersindustrin och kan ha varit bidragande incitament till att så många ansökningar gjordes om att få grunda handpappersbruk vid denna tid.

Från Sverige väljs här två exempel på lagstiftning, som troligen påverkat pappersindustrin under den här studerade tiden. Det ena är *folkskolestadgan av år 1842*, genom vilken obligatorisk skolgång infördes och varje socken ålades att inrätta en skola. Folkskolestadgan var en bidragande orsak till att behovet av framför allt skriv- och tryckpapper ökade, särskilt på sikt. Kanske kan den ökade produktionen av *växtpresspapper* härledas till skolplikten för alla barn. Att pressa växter till herbarium fick de flesta skolbarn göra. Växtpresspapperet gjordes av

³² Pedersen, 15, 77. Lumpexportförbudet upphävdes 1842.

³³ *ibid.*, 15

yllelump och var en produkt som framställdes vid handpappersbruken.

Genom den *näringsfrihetslagstiftning*, som trädde i kraft 1846 (skråtvånget avskaffades) och 1864 (utvidgad näringsfrihet) blev det exempelvis tillåtet att öppna handelsbodas på landsbygden. Detta kan ha befrämjat en pappersproduktion i liten skala för en ny lokal marknad. I lanthandlarna såldes papper, bl a skrivpapper och växtpresspapper, och dessutom behövde handelsbodarna omslagspapper för sina varor.

Specialisering

Både många av de kvarvarande äldre handpappersbruken och de nyanlagda satsade på sådana papperssorter, som då inte kunde göras maskinellt. På de första pappersmaskinerna gjordes till att börja med tryckpapper. Det var svårare att framställa ett gott skrivpapper på maskinell väg. Brevskrivandet ökade vid denna tid, bl a till följd av den ökade läskunnigheten, och efterfrågan på skrivpapper växte. Sex av de handpappersbruk i Sverige, som grundats på 1830-talet och två av de nya finska handbruken tillverkade bl a *skrivpapper*. Detsamma gällde Norges enda nyanlagda handpappersbruk, Gausa, som startades 1849.

Snart började också skrivpapper framställas maskinellt, och maskinbrukens behov av linnelump blev allt större. Deras resursstarka ägare försökte ordna det så att linnelumpen levererades till dem och den grövre lumpen, yllelump och pappersavfall till handpappersbruken. Så gjorde t ex ledaren för Tammerfors maskinbruk, F. W. von Frenckell, flera försök att förmå handbruken att sälja sin finare lump till Tammerfors.³⁴ Han vände sig bl a till pappersmästaren Wilhelm Bolin på Tertilä handpappersbruk, anlagt 1849, och uppmanade honom att sälja linnelumpen till Tammerfors. I ett brev till Bolin den 18 augusti 1861 skriver Frenckell

”... anhängande därför att snarast få emotse benägen underrättelse till vilka priser M. H. [Min Herre] skulle åt oss försälja all slags linnelump, såväl finare som grövre, och huru stort parti M. H. nu genast kunde avlåta samt huru mycket av varje sort M. H. kunde förbinda sig att leverera under loppet av instundande vinter. Vår övertygelse är nämligen den, att M. H. i alla fall snart nog nödgas inskränka hela sin tillverkning till endast sådana sorter, som göras av yllelump, emedan vi här numera hava ofantliga partier av finare och grövre lump av nöden och därför nödgas betydligt påöka priserna därå, så att konkurrens blir otänkbar.

³⁴ Nikander & Sourander, 97.

Vi unna M. H. likaså gärna, ja hellre, en måttlig vinst å den lump, som till oss föryttras, än att vi skulle nödgas i närheten av Terttilä etablera lumpuppköpare för vår räkning, vilket ovillkorligen kommer att ske, ifall M. H. skulle vara obenägen att antaga vårt nu gjorda förslag.”³⁵

Den resursstarke Frenckell hotade således med att börja köpa upp den finare lumpen i närheten av Terttilä genom att betala mer för den än Bolin, i fall denne inte själv sålde denna lump till Tammerfors och övergick till framställning av enklare papperssorter av yllepump. Det är inte att undra på att Bolin tog illa vid sig av Frenckells hot om konkurrens. Frenckell skrev den 7 september ännu ett brev, där han motiverade sitt förslag. Bl a berättade han följande om sina erfarenheter från Sverige och Finland:

”...Enligt vad oss berättas har tillverkningen av finare papperssorter upphört vid *handbruken* i Sverige, som sälja sin bättre lump till *maskinbruken*; så kommer väl ock att ske här. Av ägaren till Långfors köpte vi lump redan i fjol och vänta vi nu en likartad sändning; på samma sätt har prosten Fellman, som äger ett litet pappersbruk i Österbotten (Haga) hit försålt sin lump, och kunde vi därför ej ana, att vårt förslag till M. H. i dylikt avseende skulle så illa upptagas, i synnerhet som det gamla sanna ordspråket lyder: frågan är fri.”³⁶

I detta fall ledde dock inte förslaget till någon lumpförsäljning. Bolin lyckades istället öka sin tillverkning, också av skrivpapper.

Den allmänna tendensen var ändå den som Frenckell redogör för, att handpappersbruken fick övergå till att använda grövre lumpsorter, yllepump och pappersavfall. Därav gjordes inte bara enklare omslagspapper och växtpresspapper utan också *papp* av olika slag. Papp var en produkt, som vid denna tid knappast kunde tillverkas på de pappersmaskiner, som var i drift i Norden. Pappen handformades och arken pressades sedan samman till olika tjocklek. Efterfrågan på papp växte, inte bara från det växande antalet boktryckerier och bokbinderier; användningsområdena blev allt fler.

Sedan slutet av 1700-talet gjordes vid åtminstone en del svenska bruk

³⁵ *ibid.*, 97-98.

³⁶ *ibid.*, 99.

takpapp, som vid läggningen ströks med trätjära.³⁷ Under 1800-talets lopp blev takpapp ett allt vanligare taktäckningsmaterial på enklare byggnader. För fyra av de nya svenska handpappersbruken finns uppgifter om tillverkning av takpapp. Minst åtta av de äldre svenska handpappersbruken hade takpapp i sitt sortiment. Också i Finland gjordes takpapp, bl a vid Granfors handpappersbruk, anlagt 1841 söder om Vasa. Bruket förvärvades 1852 av ägarna till Tammerfors maskinpappersbruk. Från slutet av 1850-talet tillverkades endast grova papperssorter vid Granfors. Bruket drevs då säsongvis med arbetslag från Tammerfors pappersbruk.³⁸ Hur detta ordnades får vi en inblick i av ett brev våren 1863 från Tammerfors ägare Frans Frenckell till disponenten vid Tammerfors:

”Se nu till att Pettersson jämte två à tre andra pappersgubbar komma bort till Granfors, då Björkqvist (förvaltaren vid Granfors) skickar efter dem; de böra medtaga formar, knivar m.m., såsom jag muntligen tillsade Pettersson, som bör åtvärnas att tillse det *takpapperet* ingalunda får bli sämre än det vi förr gjort därstädes; *de får göra endast takpapper*. - Pettersson med sällskap få kost vid Granfors, men icke kaffe på min bekostnad.”³⁹

Förhydningspapp, dvs byggnadspapp för tätning av väggar och skeppsskrov, blev en annan specialisering för handpappersbruken. Vid tio av de nya svenska handpappersbruken och vid åtta av de äldre tillverkades förhydningspapp.⁴⁰ Också vid några av de nya finska handpappersbruken, Granfors, Långfors och Haga, framställdes förhydningspapp. De låg nära kusten i Österbotten, där skeppsbyggeriet var livligt och behovet av papper till skeppsförhydning följaktligen var stort.⁴¹

Det sist nyetablerade handpappersbruket i Norden, det svenska Holm i Motala, grundat 1890, tillverkade bl a *filtrerpapper* för apotek och ölbryggerier, framställt av bomulls fibrer. Från Holm förde en flyttande pappersmakare med sig

³⁷ Henrik Kjellberg, (red.), *Äldre papptak: Historik och renovering*, Riksantikvarieämbetet och Statens Historiska Museer, rapport RAÅ 1985:7, (Stockholm 1985), 8.

³⁸ Nikander & Sourander, 118-119.

³⁹ *ibid*, 118.

⁴⁰ Uppgifter sammanställda ur Sune Ambrosiani, "Papperstillverkningen i Sverige intill 1800-talets mitt", i *Molae Chartariae Suecanae*, I (Stockholm 1923), 181-198.

⁴¹ Nikander & Sourander, 105.

kunskapen om filterpappersframställning till ett annat sent anlagt svenskt bruk, Forså (nuvarande Långasjönäs) vid Kisa. Detta grundades 1874, som en fortsättning på ett äldre bruk, beläget i samma trakt. Först i Sverige att göra filterpapper var Grycksbo, där denna tillverkning inleddes omkring år 1817, under medverkan av Jöns Jacob Berzelius, som var släkt med bruksägaren Munktells hustru.⁴² Filterpapper förblev länge en specialitet för handpappersbruken. Det kom att dröja till långt in på 1900-talet innan detta papperslag kunde göras på maskin.

Nya lokala marknader

Några av de nygrundade handpappersbruken anlades i trakter, där det inte tidigare förekommit någon papperstillverkning. En ökande folkmängd och växande handel kunde både ge en råvarubas utan konkurrens från närliggande pappersbruk och skapa en ny lokal marknad. Det kunde verka lockande att etablera ett mindre pappersbruk för lokal avsättning vid denna tid, då långväga transporter var både dyrbara och tidskrävande. Exempel på sådana bruk är det förut nämnda Gausa i Norge, anlagt på 1840-talet nära den år 1827 grundade staden Lillehammer, där en köpman var brukets huvudkommissionär. Gausa hade ett stort tillverkningsprogram, och deltog till och med i världsutställningen i London 1862. I Sverige anlades mellan 1835 och 1847 fyra bruk i Norrland mellan Sundsvall och Hudiksvall - Lund, Fredriksfors, Stångeå och Västanå. På dessa platser fanns inte pappersbruk tidigare. I Finland grundades Vianto-Taipele 1844 norr om Kuopio för att förse staden med papper. Där fanns då ett nystartat tryckeri, som bl a tryckte två lokala tidningar, och stadens nya gymnasium behövde också papper. Flertalet av de många nya pappersbrukstillstånden i Danmark mellan 1829 och 1848 gällde bruk i Köpenhamn och andra städer och avsåg troligen att bl a försörja en lokal marknad.

Tekniska nyheter

Utrustningen i flera av de nya handpappersbruken var av då modernaste slag, som exempelvis holländare av gjutjärn och hydrauliska papperspressar av järn. Ångmaskiner installerades som komplement till vattenhjulen och för drift av t ex de nya glättmaskiner (glättvalsar), med vilka man åstadkom en glatt yta på papper

⁴² Boethius, 238-241.

och papp. I några av de större handbruken, som t ex Holm i Motala, insattes ångdrivna sfäriska kokare, sk bykkulor, där lumpen kokades i soda- eller kalklösning. (Detta slags kokare användes också i maskinbruken.) Från mitten av 1800-talet förekom vattenturbiner vid några svenska handbruk, däribland Holm och Forså i Östergötland.

Att anskaffa detta slags ny teknisk utrustning fodrade inte på långt när lika stort kapital som pappersmaskiner, vilka inte bara krävde en hel del nytt bimaskineri utan också helt nya bruksbyggnader av sten. Genom att mekanisera vissa moment i handpappersproduktionen och använda nya kemiska metoder, som klorblekning och i enstaka fall hartslimning av massan, ökades kapaciteten betydligt vid handpappersbruken. I Danmark, där det är ont om vattenkraft-tillgångar, var ångmaskinsdrift en förutsättning för anläggandet många av de nya handbruken.

Kombination med andra näringar

Handpapperstillverkning har traditionellt ofta kombinerats med andra verksamheter, såsom jordbruk, kvarndrift, järnbruk, textilindustri, färgerirörelse m m. Här skall uppmärksammas några nya sådana kombinationer, som förefaller ha upptagits främst vid de handpappersbruk, som grundats efter 1830. I synnerhet i de fall papperstillverkningen endast drevs i liten skala eller säsongvis på grund av t ex vattenbrist eller nedisning, fanns fördelar med att kunna växla till framställning av andra produkter.

Vals-, stoppull och vadd

En sådan varugrupp, som vid denna tid började produceras maskinellt var *vals- och stoppull* (eng. "shoddy", danska "kradsuld") och *vadd*. Vals- och stoppull användes bl a som fyllning i madrasser och täcken eller spanns till garn för enklare tyger. Råvaran var densamma som för enklare pappersslag, dvs yllelump och textilavfall, medan vadd till täcken eller tätning av lister även kunde tillverkas av bomullsfibrer. En kombination av denna textilfabrikation och tillverkning av "grålumpapper" och filterpapper var fördelaktig bl a genom att råvaran var densamma och genom att vissa moment i bearbetningen av lumpen var likartade.

Maskinell tillverkning av vals- och stoppull kom tidigast igång i Danmark av de nordiska länderna. En väletablerad jylländsk lump- och papperskommissionär, Marcus Bech, startade med maskinell tillverkning av "kradsuld" i Århus 1827. Det var en rätt betydande verksamhet, som var inriktad på export till England. 1832 arbetade 80 människor i fabriken. Bech hade 192 lumpsamlare anställda,

och 48 av dem beräknas ha arbetat i "Kraduld"-fabriken.⁴³ Fabriken hade sin blomstringstid på 1840-talet och den fick flera efterföljare i Danmark, både större och mindre anläggningar. Åtminstone två var förenade med handpappersbruk fr o m 1830-talet. Båda dessa var belägna vid Roskilde. Det ena var ett äldre pappersbruk med tillverkning av grövre papperssorter, Maglekilde.⁴⁴ Det andra privilegierades 1835 för kvarnbyggaren J. A. Borum, som också drev ett bomullsspinneri.⁴⁵ Fem svenska handpappersbruk, som anlagts efter 1830, Forså, Holm, Kvarntorp, Vårestorp och Åkleby, drevs i kombination med fabrikation av vals- och stoppull eller vadd. Oftast var det fråga om en produktion i liten skala, ungefär av samma mått som handpappersbruken.

Fajansstillverkning

Vid två av de nya finska handpappersbruken, Granfors och Långfors, anlades *fajansfabriker* i början av 1840-talet. Vid denna tid fick fajansstillverkning en viss betydelse i Finland. Åren 1809 till 1840 etablerades åtta keramiska fabriker.⁴⁶ Av de 31 fabriker i denna bransch, som grundades mellan 1841 och 1868, var 18 fajans- och lerkärlsfabriker och fem lerpipfabriker. Flertalet var liksom de ovan nämnda obetydliga. Fajanser blev en eftertraktad vara bland allmogen, som vid denna tid började köpa stenkärl till hushållet istället för att som dittills själva tillverka sina matkärl och tallrikar av trä.⁴⁷

Intill Granfors, som togs i drift 1842 och var det största av de nya finska handbruken, byggdes 1844 en fajansfabrik. Den fungerade som ett komplement till pappersbruket och drevs i liten skala, till en början med en personal på två till tre man. Samma år som Långfors handpappersbruk började sin verksamhet, 1842, uppfördes där också en liten fajansfabrik. Dess tillverkningar bestod av tallrikar, krusor, fat, kakel och lerpipor.⁴⁸ Lumpsammlarna vid både Granfors och Långfors förde med sig fajansprodukter på sina färder och lockade med dessa varor som

⁴³ Nielsen, 256.

⁴⁴ *ibid.*, 259.

⁴⁵ Ole Hyldtoft, Helle Askegaard & Niels Finn Christiansen, *Det industrielle Danmark 1840-1914* (Systeme: Åbenrå 1981), 126. Ingen uppgift föreligger här om brukets namn.

⁴⁶ Per Schybergson, *Hantverk och Fabriker: Finlands konsumtionsvaruindustri 1815-1870*, I-III, bidrag till kännedom av Finlands Natur och folk utgivna av finska Vetenskaps-societeten, H 114 (Helsingfors 1973), II, 128-131.

⁴⁷ Nikander & Sourander, 108.

⁴⁸ Kurt K. Karlsson, *Finlands handpappersbruk: vattenmärken, ägare och anställda* (Helsingfors 1981), 239.

bytesmedel istället för pengar. Möjligheten att få ihop större mängder av den åtråvärda lumpråvaran genom att sälja fajanser var troligen en av anledningarna till att fajansfabrikerna byggdes vid dessa pappersbruk. På många håll i Europa förde pappersbrukens lumpsamlare av tradition med sig kramvaror av olika slag som synålar, häktor m m. för att byta till sig mot lump. Lumpen var nämligen inte helt betydelselös för allmogen. De användes den till bl a lapptäcken eller som sköre vid eldslagning.⁴⁹ Från Danmark omtalas t ex att lumpkommissionären och sedermera pappersfabrikören Culmsee, som hade lumpupplag i Köge, år 1841 fick tillstånd att driva en nålfabrik där. Från den försåg han lumpsamlarna med knappålar, häktor, stickor, fingerborgar, giktringar av stål m m. Culmsee fick för övrigt 1844 tillstånd att anlägga ett maskinpappersbruk utanför Köge, Valdemarshaab.⁵⁰

Handpapperstillverkning som binäring

I ovan skildrade exempel utgjorde fajanstillverkning ett komplement till papperstillverkning. För Danmarks del finns belägg för det motsatta förhållandet - pappersframställning som binäring till annan produktion, vilket H. P. Pedersen har skrivit om i den förut omnämnda skriften, ur vilken följande uppgifter hämtats. Flera fabrikanter med annan verksamhetsinriktning fick vid den här aktuella tiden tillstånd till papperstillverkning. Motiven till detta kunde i första hand vara att de hade behov av mycket omslagspapper för sina varor. Vid många av dessa företag producerades mer papper än för det egna företagets behov, och överproduktionen försålde då. Exempel på sådan blandningsindustri, där papperstillverkning ingick, är de företag, som den köpenhamnske köpmannen P. Chr. Deichmann (1795-1848) grundade och ledde under 1830- och 1840-talen. På 1820-talet hade han tillverkning av choklad, lack och textilfärger i Köpenhamn. 1831 flyttade han verksamheten till Köpenhamns utkant och byggde fabriken Elisabeths Minde, som drevs med ångkraft. Till chokladen behövdes omslags- och packpapper, och det var otivelaktigt för detta ändamål, som Deichmann ansökte om och fick tillstånd att starta ett pappersbruk. Detta byggdes invid chokladfabriken och kom i gång 1834. Det var ett mindre handpappersbruk med en ångmaskinsdriven holländare. Där arbetade 26 personer i två skift. Förutom papper till chokladen tillverkades skrivpapper, konceptpapper, presspapper till färgerier samt "beckpapper" - ett grovt omslagspapper gjort av gamla tjärade rep.

⁴⁹ Bladmark, A., & Johansson, S. B., *Narrar och vattenmärken* (NPH-Nytt 1979:1), 18.

⁵⁰ Axel Nielsen, 249.

50-200 ris papper producerades i veckan, beroende på papperssort.

Av bevarade kyrkböcker med papper från Deichmanns pappersbruk framgår att skrivpapperet var av dålig kvalitet, framförallt beroende på undermåliga råvaror. Så var också fallet med produkterna från flera andra av dåtidens danska småpappersbruk. Efter flera ekonomiska bakslag lades pappersbruket på Elisabeths Minde ned 1842. Chokladfabriken drev Deichmann dock vidare, och han grundade två andra handpappersbruk utanför Köpenham. Först startade han 1837 ett litet vattendrivet pappersbruk i Brönsholmsdal på arrenderad mark. Det blev mycket kortvarigt och upphörde efter en brand 1840. Deichmann flyttade då till Havreholm i Tikiöbs socken, där han anlade sitt tredje pappersbruk omkring 1842, även detta på arrende. Produktionen utgjordes där liksom i Brönsholmsdal av enklare sorters omslagspapper och papp. Efter Deichmanns död 1848 övertogs pappersbruket av lumphandlaren Andreas Culmsee. Det var sedan i drift till 1892 med tillverkning av golv- och takpapp. Vid Brönsholmsdal byggdes 1847 ett "Boghvede- og Havrepapiir Vaerk"(!), och en potatismjölfabrik.

Enskilda pappersmakares yrkeskunnande

När man börjar studera de nordiska handpappersbrukens historia lägger man snart märke till de många kontakterna mellan länderna. Pappersmästare och gesäller flyttade mellan bruken, inte bara i det egna landet utan ofta över nationsgränserna. De förde med sig och förmedlade kunskap om pappersmakeriet - om tekniska nyheter, metoder och redskap. Ofta medverkade de vid anläggningen och igångkörningen av nya bruk, där deras yrkeskunnande var nödvändigt. Från slutet av 1700-talet grundade de inte sällan själva egna bruk, där ibland arbetskamrater från tidigare arbetsplatser fick anställning.

Också under den här studerade tiden grundade eller deltog pappersmästare och gesäller i tillkomsten av nya handpappersbruk. Tiden har ej medgivit något närmare studium av motiven till detta; gissningsvis hade några av dessa yrkesmän blivit arbetslösa, sedan det bruk de arbetat på lagts ned. Andra såg kanske med bedrövelse hur produktionen vid det bruk där de var anställda, långsamt avvecklades eller lades om till enkla papperssorter. De kan ha haft kvar en framtidstro på det handgjorda skrivpapperet, på att dess kvalitet gjorde det konkurrenskraftigt mot det billigare - men då ännu ej lika fina - maskinpapperet. Om de lyckats få ihop till ett startkapital kunde de nu se en möjlighet att bli sina egna eller få ny anställning hos någon fabrikör, som var i färd med att starta ett nytt handpappersbruk men själv saknade den nödvändiga fackkunskapen. Dessa pappersmakare bidrog till att kunskapen om handpapperstillverkning fördes

vidare och överlevde också under maskinpappersepoken och in i vår tid. Några personer får här illustrera detta.

En av de många svenska pappersmakare, som flyttade till Finland var den tidigare nämnde *Wilhelm Bolin* (1814-1879), som har betecknats som den främste bland handpappersmakarna i Finland.⁵¹ Han var född i Hishults socken i Halland i Sverige och lärde sig pappersmakareyrket av sin far, som var gesäll vid Östra Genastorps handpappersbruk i Skåne. Wilhelm Bolin arbetade därefter under några år vid bruk i Sverige och Tyskland. 1842 flyttade han till Finland, där han fått anställning som formare vid Juvankoski i St Bertils socken i Åbo län. Mellan 1844 och 1847 var Bolin mästare vid detta bruk. 1847 köpte han sig mark två mil nordost om Juvankoski, vid ett vattendrag, som lämpade sig för papperstillverkning. Där uppförde han Terttilä, som blev det sist anlagda fristående handpappersbruket Finland.⁵² Efter att ha blivit finsk medborgare fick Bolin pappersbruksprivilegium 1849. Året därpå byggdes bruket och tillverkningen kom igång. Anläggningen hade finansierats med Bolins egna besparingar och genom ett lån från manufakturfonden samt med hjälp av en köpman i Åbo, som stod som bolagsman. Terttilä var ett väl planlagt mindre bruk av traditionellt slag, drivet av ett vattenhjul och till en början försett med en holländare: Bolin hade kallat fyra av de bästa arbetarna från Juvankoski till sitt bruk. Antalet anställda var mellan sju och tio personer. Huvudartikeln vid Terttilä blev skrivpapper av en mycket hög kvalitet. (Bolins ansträngningar om att få linnelump har något berörts tidigare). Trots att Bolins resurser var begränsade lyckades han väl och hade ingen svårighet att sälja sitt papper. I början av 1850-talet utökade han bruket med en andra holländare och ett glättverk, och 1860 byggde han sig ett ståtligt bostadshus intill pappersbruket.

1864 kunde Wilhelm Bolin köpa Juvankoski handpappersbruk av sin forna arbetsgivare kammarrådet J. G. von Bonsdorff. Vid den tiden hade också den erfarne handpappersmakaren Bolin måst tillstå att det var maskinpapperet, som hade framtiden för sig. Förutsättningarna för maskindrift var bättre i Juvankoski, där vattenkrafttillgångarna var rikligare än vid Terttilä. Även om Bolin bodde kvar vid Terttilä blev hans huvudintresse nu Juvankoski. Vid Terttilä upphörde finpapperstillverkningen 1865. Därefter gjordes endast grova papperssorter fram

⁵¹ Uppgifterna om Wilhelm Bolin har sammanställts ur: Karlsson, 175-187, 263-270 och Nikander & Sourander, 83-103, 392.

⁵² Det vore kanske riktigare att säga senast anlagda istället för sist anlagda. Som framgår på s så återupptogs handpapperstillverkningen år 1904 vid Tervakoski maskinbruk. Det kan inte helt uteslutas att något nytt handpappersbruk för t ex konstnärspapper kan komma att etableras i framtiden.

till 1874, då bruket lades ned. Detta år bildade Bolin bolag med några köpmän i Åbo för att bygga om Juvankoski till maskinbruk. Detta togs i drift 1876 men brann 1879 ned till grunden. En vecka före branden avled Wilhelm Bolin i Terttilä.

1849 - samma år som Terttilä handpappersbruk privilegierades - startades Norges sist (senast) anlagda handpappersbruk, Gausa, i närheten av Lillehammer.⁵³ Också vid Gausa var brukets framgång till stor del avhängig av en skicklig pappersmakares yrkeskunnande. Pappersbruket anlades av jordbrukaren Ivar Bö, som på sina ägor också hade tegelbruk och sågverk. I samband med anläggningsarbetet lyckades han rekrytera den framstående pappersmästaren *Christian Larsen* (1806-1873) från Nedre Mölle i Christiania.⁵⁴ Detta pappersbruk var nybyggt efter en brand 1819 och modernt utrustat. Larsen hade börjat arbeta där 1827. Som mästare hade han efter en tid blivit betrodd att tillverka sedelpapper för Norges Bank. Vad fick honom att sluta vid Nedre Mölle 1844, efter tjugotvå år och flytta upp till Gausa? Gissningsvis kände han oro inför de planer som ägaren till Nedre Mölle vid samma tid hade på att anlägga ett maskinpappersbruk vid Akersälven mitt emot handpappersbruket. Kanske skulle det innebära slutet på handpapperstillverkningen? (Av planerna på ett maskinpappersbruk blev dock intet.) Kanske kan Christian Larsens bakgrund och uppväxt också ha haft betydelse för beslutet. Han kom från Nestingens handpappersbruk vid Lysernälven i sydöstra Norge, där var hans far var pappersmästare och lärde honom yrket.⁵⁵ Nestingen var ett landsbygdsbruk av samma karaktär och storlek som Gausa; det hörde till ett jordbruk tillsammans med kvarnar och sågverk. Man kan gissa att Christian Larsen efter många år i Christiania var lockad av att få bygga upp och förestå ett nytt bruk på landsbygden, som påminde om hans uppväxtmiljö. Här fick han ett eget hus med fähus och andra uthus och kunde ha lite naturahushållning vid sidan om pappersmakeriet.

Gausa blev ett litet och anspråkslöst pappersbruk, utrustat med en holländare, en kyp, blekkar och press. Christian Larsen hade själv tillverkat en del av utrustningen, bl a blekkaret och formarna. På sommaren stod tillverkningen mer eller mindre stilla - då var pappersarbetarna sysselsatta med jordbruksarbete.

⁵³ Följande uppgifter är hämtade ur Fiskaa, 51-55, 67-75, 87-90, 101-104.

⁵⁴ Nedre Mölle pappersbruk anlades 1798 och nedlades 1872.

⁵⁵ Hans far var pappersmästaren Lars Clausen. Denne var pappersgesäll vid Bentse bruk och därefter (1802-1810) den förste pappersmästaren vid Eiker nära Drammen. Han var med och byggde upp Nestingens pappersbruk 1813. Uppgifter ur Fiskaa, 70 ff.

Med hjälp av runt tio arbetare framställde Christian Larsen många olika slags papperssorter, däribland en hel del skrivpapper av mycket hög kvalitet. Efter det att han flyttat från Gausa 1856 upphörde skrivpappersproduktionen, och 1868 lades bruket ned. Christian Larsen blev 1856 pappersmästare vid Eiker nära Drammen, som hans far varit med och byggt upp. Där köpte han sig ett litet jordbruk och stannade kvar till sin död 1873.⁵⁶

Enskilda personers betydelse för upprätthållande och spridning av pappersmakarekonsten liksom för grundandet av nya handpappersbruk har dessutom de senaste åren åter blivit aktuell för Sveriges del. I samband med STORAs 700-årsjubileum 1987, återupptogs handpapperstillverkningen vid Grycksbo, som då varit nedlagd i omkring tjugo år. Det skedde med hjälp av åldermannen och pappersmakaren *Georg Anzelius* från Tumba (f. 1902) och *Sanny Holm* (f.1954), som började som lärling hos honom i tioårsåldern och som själv är av gammal pappersmakaresläkt. Sanny Holm driver för övrigt själv sedan början av 1980-talet ett eget litet handpappersbruk i Stockholm - som binäring.

Avslutning

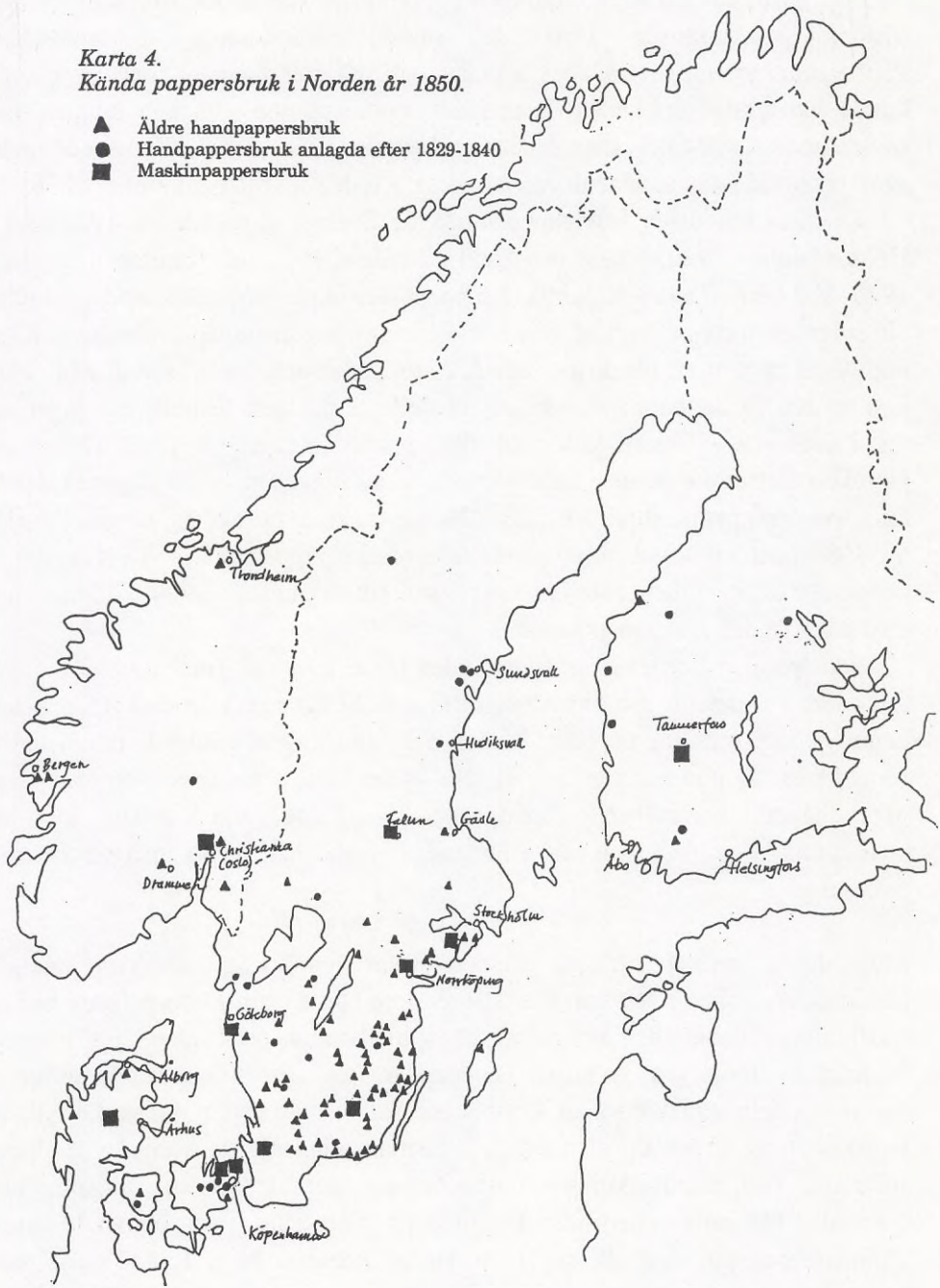
Med denna orientering har jag velat nyansera bilden av den nordiska pappersindustrins utveckling under tiden 1830 och fram till i första hand 1870-talet, då trämassan och därmed den storskaliga pappersindustrin fick sitt definitiva genombrott. Som jag sökt visa var det inte enbart så att handpappersbruken successivt lades ned i takt med att maskinbruken kom igång, utan flera nya handpappersbruk anlades under perioden. Under tjugooårsperioden 1830-1850 utvidgades faktiskt den svenska handpappersbruksregionen norrut och av de fjorton handpappersbruk, som funnits i Finland, tillkom sex efter 1840. I Danmark privilegierades och grundades ett flertal småskaliga handpappers- och pappbruk i Köpenhamn och på andra platser - bruk, som vi ännu vet mycket litet om.

Karta 4 visar den nordiska pappersindustrins lokalisering och struktur år 1850. Antalet kända bruk uppgick då till 113. Elva av dem var maskinbruk, och dessa svarade för huvuddelen av finpappersproduktionen. Men handpappersbruken dominerade i antal. De var 102 stycken - t. o. m. några fler än år 1825. Flertalet av dem var liksom då belägna i södra och mellersta Sverige. Medan ett tjugotal handpappersbruk lagts ned mellan 1825 och 1850 hade ungefär lika många nya tillkommit. Inte mindre än 26 av de handpappersbruk, som var i drift

⁵⁶ Eiker ombyggdes vid samma tid 1872/73 till maskinpapp- och pappersbruk. 1897 brann det ned.

Karta 4.
Kända pappersbruk i Norden år 1850.

- ▲ Äldre handpappersbruk
- Handpappersbruk anlagda efter 1829-1840
- Maskinpappersbruk



år 1850, var anlagda under 1830- och 1840-talen.

I längden blev det dock omöjligt att upprätthålla driften vid handbruken i den ojämna konkurrensen med de starkt expanderande maskinbruken. Pappersmaskinerna utvecklades ständigt och allt fler pappers- och pappsorter kunde framställas maskinellt. Trämassan ersatte så gott som helt lumpen som råvara under 1800-talets sista decennier. Flertalet av handbruken lades ned under 1870- och 1880-talen, både de äldre bruken och de som tillkommit efter 1830.

De sista renodlade handpappersbruken i Sverige upphörde på 1920-talet - Holm i Motala 1920, Fröåsa och Quill i Småland 1921 och Ösjöfors i Småland 1926. Vid Mariedahl i Östergötland framställdes in på 1960-talet handgjord papp vid sidan av maskintillverkad. Vid Forså-Långasjönäs handpappersbruk vid Kisa, uppfördes på nytt ett handpappersbruk 1926, sedan det gamla brunnit ned. 1930 köptes den första pappersmaskinen till detta bruk, men handtillverkningen av vissa kvaliteter - filter-, läsk- och slippapper - fortsatte till 1967. Också vid Grycksbo fortsatte man med handtillverkning av filterpapper till slutet av 1960-talet. Alvöens pappersbruk i Bergen i Norge var fram till nedläggningen i början av 1980-talet ett kombinerat hand- och maskinpappersbruk. Vid Tervakoski pappersbruk i Finland återupptogs handtillverkningen 1904, främst med inriktning på den ryska marknaden.⁵⁷

Sedelpapper gjordes långt fram i tiden för hand - vid Tumba i Sverige, vid Silkeborg i Danmark och vid Alvöen i Norge. Sedan några årtionden har också denna handtillverkning upphört. Alvöen och Silkeborg är nedlagda och Tumbas sedelpapper är numera maskingjort. Nu är det endast tre bruk i Norden, som upprätthåller kommersiell handpapperstillverkning vid sidan av sin huvudproduktion - Tervakoski i Finland, Lessebo och i viss mån Grycksbo i Sverige.

Med denna artikel har jag särskilt velat lyfta fram de sent anlagda handpappersbruken i Norden. Flertalet av dem blev kortlivade och lades ned på 1870-talet, i likhet med många av de äldre handpappersbruken. Ett närmare studium av dessa sent grundade handpappersbruk i relationen till branschen i övrigt och de människor - män, kvinnor och barn - som verkat där skulle fylla en kunskapslucka ifråga om den tidiga industrialiseringen i de nordiska länderna. Eftersom papperstillverkningen under denna period, liksom tidigare, ofta bedrivits, föregåtts, efterträtts, kombinerats med eller varit beroende andra näringsgrenar bör den då ses i en vidare kontext, bl a i jämförelse med

⁵⁷ Olle Liljelund m fl (red.), *Tervakoski Osakeyhtiö 1818-1968* (Helsingfors 1968), 88-90.

förhållandena vid tryckeri- och textilindustrin. En sådan studie i ett jämförande nordiskt perspektiv skulle ge oss ökad kunskap inte bara om regionala särdrag och likheter mellan länderna utan också nyansera bilden av kontinuitet och förändring i industrialiseringsprocessen.

Litteratur

Ambrosiani, Sune, *Dokument rörande de äldre pappersbruken i Sverige*, Föreningen för svensk kulturhistoria, Böcker, 1 (Stockholm 1923).

- "Papperstillverkningen i Sverige intill 1800-talets mitt", i *Molæ Chartariæ Suecanæ*, Svenska Pappersbruksföreningens tjugofemårsskrift, 1 (Stockholm 1923), 65-198.

Anstrin, Hans, "Från handpappersbruk till maskindrift på 1830-talet", i *Daedalus*, Tekniska Museets årsbok, 1935, 67-74.

Bladmark, A. & Johansson, S.B., "Narrar och vattenmärken", i *NPH-Nytt*, Föreningen Nordiska Pappershistorikers tidskrift, 1979:7.

Boëthius, Bertil, *Grycksbo 1382 - 1940*, Minnesskrift, Grycksbo Pappersbruk Aktiebolag med anledning av pappersbrukets tvåhundraåriga tillvaro (Falun 1942).

Bosaeus, Elis, *Halmmassetillverkningen i Sverige*, Industrihistorisk skriftserie utgiven av Svenska Cellulosa- och Trämasseföreningarna, 1 (Uppsala 1948).

Clemensson, Gustaf, *Klippans pappersbruk 1573-1923* (Lund 1923).

- (red.), *En bok om papper*, tillägnad Carl Joh. Malmros av Aktiebolaget Klippans Finpappersbruk (Uppsala 1944).

- *Lessebo 1658-1856* (Lessebo 1954).

- *Papperets historia intill 1880*, Grafiska Institutets skriftserie, 8 (Stockholm 1953).

Dalsgaard Larsen, Keld, *Papirarbejdernes historie i Silkeborg 1844-1982*, utgiven av Papirarbejdernes fagforening i Silkeborg (Silkeborg 1987).

- *Dansk Papirindustri 1829-1994*, Silkeborg Museum. (Silkeborg 1994).

Ejlersen, Torben, "Danmarks grafiske Museum i Odense", i *Fabrig og Bolig: Det industrielle miljø i Danmark*, 1982:1. 23-35.

Europavägvisaren, Readers Digest (Stockholm 1978).

Fiskaa, Haakon M., *Norske papirmøller og deres vannmerker 1695 -1870* (Oslo 1973).

Glete, Jan, *Ågande och industriell omvandling: Ågargrupper, skogsindustri, verkstadsindustri 1850-1950* (Kristianstad 1987).

Gårdlund, Torsten, *Industrialismens samhälle*, Den Svenska Arbetarklassens Historia (Stockholm 1942).

Hassö, Arthur, "Papirfabrikationen i Danmark", i *Cellulosa och papper. En samling uppsatser belysande den svenska cellulosa- och pappersindustriens utveckling och nuvarande ståndpunkt*. Svenska Pappers- och Cellulosaingenjörsföreningen, SPCI 1908-1948 (Stockholm 1948), 81-87.

Helmfrid, Björn, *Holmenöden under fyra sekler: Studier i Holmens bruks historia* (Norrköping 1954).

Hoel Malmström, Kari, *Fabrikk og bolig ved Akerselva: Et industrimiljø på 1800-tallet*, diss. (Oslo 1982).

Holmberg, Claes-Göran, Oscarsson, Ingemar & Rydén, Per, *En svensk presshistoria* (Stockholm 1983).

Hult, Jan & Nyström, Bengt (eds.), *Technology & Industry: A Nordic Heritage*. (Canton, Mass.: Science History Publications, 1992).

Hyldtoft, Ole, Askegaard, Helle & Christiansen, Niels, Finn, *Det industrielle Danmark 1840-1914*, utgiven i serien systimes historiske kildehaefter, Åbenrå Statsskole (Systeme, Åbenrå 1981).

Jakobsen, Peter & Jensen, Jacob B., "Bruunshåb- Klostermølle: Bevaringsaktioner for to papfabriker", i *Fabrig og Bolig: Det industrielle miljø i Danmark*, 1979:1, 4-13.

Karlsson, Kurt, K., *Finlands handpappersbruk : vattenmärken, ägare och anställda* (Helsingfors 1981).

Kirchhoff-Larsen, Chr., *Aktieselskabet De forenede Papirfabrikker 1889 - 1939* (Köpenhamn 1939).

Kisling, H. M., *Industrien og dens pionerer i Danmark* (Borgen 1978).

Kjellberg, Henrik (red.), *Äldre papptak: Historik och renovering*, Riksantikvarieämbetet och Statens Historiska Museer, Rapport RAÅ 1985:5 (Stockholm 1985).

Landqvist, Marianne (red.), *Det tryckta ordet: Svensk tryckeriteknik under 500 år. Utställningskatalog*. Sveriges Tekniska Museum. (Stockholm 1986).

Liljelund, Olle m. fl. (red.), *Tervakoski Osakeyhtiö 1818 - 1968*. (Helsingfors 1968).

Lindqvist, Svante, "Changes in the Technological Landscape: The Temporal Dimension in the Growth and Decline of Large Technological Systems", i Granstrand, Ove (ed.), *Economics of Technology*. (Amsterdam: Elsevier, 1994), 271-288.

Moen, Eli, "Norway's Entry into the Age of Paper: The Development of the Pulp and Paper Industry in the Drammen District", i Bruland, Kristine, (ed.), *Technology Transfer and Scandinavian Industrialisation* (Oxford 1991), 363-386.

Montgomery, Arthur, *Industrialismens genombrott i Sverige*. (Stockholm 1931).

Nielsen, Axel, *Industriens historie i Danmark. III. Tiden 1820-1870* (Köpenhamn 1944).

Nikander, Gabriel & Sourander, Ingwald, *Lumppappersbruken i Finland: En historik* (Helsingfors 1955).

Nordstrand, Ove, K., *Danmarks aeldste papirmøller og deres vandmaerker* (Köpenhamn 1962).

Nordisk Familjebok (Stockholm 1904-1926).

Nordisk Papperskalender, 1907 (Göteborg 1907).

Pedersen, Hans, Peder, *En Dansk Papirfabrikant 1834 - 1848*. Konservatorskolen. Det Kongelige Danske Kunstakademi (København 1991).

Rottensten, Birte och Waaben, Ebba, *Danske Vandmaerker & Papirmøller 1570-1695*. 2. Konservatorskolen. Det Kongelige Danske Kunstakademi (København 1987).

Rudin, Bo, *Papperets historia: Studier i ett gammalt hantverk* (Vällingby 1987).

Rydberg, Sven (red.), *Svensk teknikhistoria*, (Värnamo 1989).

- *Papper i perspektiv: Massa- och pappersindustri i Sverige under hundra år*. Skogsindustriernas Historiska utskotts skriftserie, 10 (Stockholm 1990).

Schot, Johan, "Technology in decline: a search for useful concepts: The case of the Dutch madder industry in the nineteenth century", i *British Journal for the History of Science*, 1992:25, 5-26.

Schybergson, Per, *Hantverk och Fabriker: Finlands konsumtionsvaruindustri 1815-1870*. Bidrag till kännedom av Finlands Natur och folk utgivna av finska Vetenskaps societeten. H 114. Diss. (Helsingfors 1973).

Sjunnesson, Helene, "Människan i pappers- och massaindustrins historia", i *Nordisk Pappershistorisk Tidskrift* 1993:4, 2-6.

Wasberg, Gunnar Christie, *150 år i papper: Carl Emil A/S 1840-1990* (Oslo 1990).

En teknisk minneskavalkad

Alf Peterson, **Teknikens nydanare - en presentation av IVA:s minnesmedaljörer**. Ingenjörsvetenskapsakademien, Stockholm 1994. 93 sidor.

Ingenjörsvetenskapsakademien IVA har sedan sin tillkomst 1919 med medaljer belönat framstående insatser inom akademiens olika verksamhetsfält. Sedan 1924 har akademien också låtit prägla minnesmedaljer till erinran om betydelsefulla samhällsinsatser på samma område. Framsidan porträtterar medaljören medan åtsidan fram till 1968 åskådliggör Prometheus och därefter symboliskt medaljörens samhällsinsats. Inför IVA:s 75-årsjubileum har de hittills 40 minnesmedaljörerna presenterats i en vacker liten bok av Alf Peterson, *Teknikens nydanare -- en presentation av IVA:s minnesmedaljörer*. Varje medalj avbildas och medaljören presenteras med porträtt och en kort biografi som omfattar hans utbildning och viktigaste insatser. På pärmen finns de frimärken med vilka fem av medaljörerna hedrades 1976.

Flertalet av medaljörerna är födda under 1800-talet, tre under 1700-talet och en på 1600-talet. Ingen var kvinna. En av medaljörerna var inte en person; 1944 lät IVA högtidlighålla sitt eget 25-årsjubileum.

Många av medaljörerna är välkända och självklara. Det gäller i hög grad de tre första, Gustaf de Laval (1845-1913), som bland annat utvecklade separatorn och ångturbinen, Alfred Nobel (1833-1896), uppfinnare av dynamiten och Nobelkrutet samt världskänd donator och slutligen Jonas Wenström (1855-1893), "den svenska starkströmsteknikens fader", som utvecklade trefasssystemet. Alla tre kan sägas ha gett upphov till världsföretag, nämligen AB Separator, AB Bofors och Allmänna svenska elektriska AB, ASEA.

Valet 1929 av Fredrik Thorsson (1865-1925), socialdemokratisk agitator och finansminister, kan synas mindre självklart, men förklaras av att han 1919 framlade den proposition genom vilken Ingenjörsvetenskapsakademien officiellt kom till.

Den äldste av medaljörerna -- men den som senast belönats, 1994 -- är "den svenska mekanikens fader", Christopher Polhem (1661-1751), välkänd för denna tidskrifts läsare. Han var "konstmästare" vid Falu gruva och konstruerade pumpar, stånggångar och vattenhammare. Han grundade också Stjärnsunds bruk som tillverkade varjehanda, bland annat dyrkfria lås (Polhemslås) och pendelur (Stjärnsundsur).

Näst äldst är Fredric Henric af Chapman (1721-1808) som efter grundliga studier i England, Holland och Frankrike konstruerade linjeskepp och kanonslupar för den svenska örlogsflottan. Han höjde skeppsbyggeriet till vetenskap såväl teoretiskt genom matematiska beräkningar som praktiskt genom modellförsök i en skeppsränna. Hans skrifter, särskilt planschverket *Architectura navalis mercatoria* från 1768, gjorde honom känd världen över.

Det kanske mest kända namnet är John Ericsson (1803-1889) med lokomotivet *Novelty*, propellern, varmluftsmaskinen och den berömda *Monitor* som besegrade sydstaternas *Virginia* (inte *Merrimac*, så hette skeppet innan det erövrades av sydstaterna och byggdes om till pansarskepp). Han tog ut omkring 500 patent. Större delen av sitt liv, från 1839, var han verksam i Förenta staterna. Han blev medaljör först 1993.

Johns äldre bror Nils Ericson (1802-1870) hade belönats redan 1956, samma år som Statens järnvägar fyllde hundra år. Han byggde nya slussar i Trollhättan och anlade slussen mellan Mälaren och Saltsjön i Stockholm, men gjorde sin största insats som chef för statens järnvägsbyggnader och för byggandet av västra och södra stambanorna. Allt genomfördes snabbare, till mindre kostnad och med bättre kvalitet än planerat.

Ett annat brödrapar som belönats -- med en gemensam medalj -- är Birger (1872-1948) och Fredrik (1875-1964) Ljungström som utvecklade ångturbinen och startade Svenska turbinfabriks AB Ljungström, STAL, i Finspång. Birger konstruerade också en reamotor och Fredrik en effektiv luftförvärmare och "Ljungströmsriggen", en stagfri roterbar mast med två segel.

Bland de övriga medaljörerna finns många välkända namn och ytterligare några som skapat världsföretag. Ett av dem är Lars Magnus Ericsson (1846-1926). Sedan han utvecklat ett bättre telefonsystem än det amerikanska och infört "handmikrotelefonen", den moderna telefonluren, och den första automatiska telefonväxeln samt gjort Sverige till världens telefontätaste land och sitt företag världsomspännande drog han sig tillbaka 1903 och ägnade sig (framgångsrikt) åt lantbruk.

Världsföretaget Svenska AB Gasaccumulator, AGA, byggde på uppfinningar av Gustaf Dalén (1869-1937), IVA:s förste ledamot. Det var klipplyusapparaten som reducerade gasåtgången med 90% och dessutom kunde ge fyrarna olika ljuskaraktär, AGA-massan, som gjorde det möjligt att riskfritt lagra acetylen, solventen, som stängde av fyrlyuset på dagen, samt Dalénblandaren som gav en lämplig blandning av acetylen och luft. Dalén miste synen i en explosion 1912 men kvarstod som verkställande direktör till sin död.

En annan världsomfattande industri skapade Sven Wingquist (1876-1953) med det dubbelradiga sfäriska kullagret. Tack vare det kunde maskinerna hållas igång trots sättningarna i lermarken i Gamlestadens fabriker och uppfinningen gav upphov till AB Svenska kullagerfabriken, SKF. Wingquist var senare verksam i AB Bofors, och tillhörde grundarna av AB Volvo och Svenska aeroplanaktiebolaget, SAAB.

Carl Edvard Johansson (1864-1943) fick stor betydelse för världens industri genom sin idé till en "universalkombinationsmåttats" vars 102 passbitar kunde åstadkomma 20 000 måttvärden i steg om 0,01 mm i intervallet 1-201 mm. Hans måttats var en förutsättning för rationell masstillverkning. De slog igenom helt i Förenta staterna under första världskriget och blev normerande vid all tillverkning av krigsmateriel. Johansson valde 1912 att definiera en tum till 25,4 mm. En amerikansk tum var då något längre och en brittisk något kortare. Johanssons definition blev internationellt fastslagen 1959.

Gustaf Erik Pasch (1788-1862) är numera föga känd. Men han skapade med säkerhetständstickan Sveriges första exportindustri byggd på en uppfinning. Hans geniala idé var att avlägsna den giftiga och eldfarliga gula fosfor från tändsatsen och istället förse ett särskilt tändplån med ogiftig och mindre eldfarlig röd fosfor. Emellertid löpte patentet ut och utvecklades på annat håll, i Jönköpings tändsticksfabrik, och Pasch fick ingen glädje av det. Men i början av 1900-talet tillverkades årligen 10 miljarder tändsticksaskar, alla försedda med texten "Tända endast mot lådans plån", emellanåt som bekant utan prickar och ringar över "a". Det är sannolikt den fras på svenska språket som tryckts flest gånger. Alexander Lagerman (1836-1904) var också verksam inom tändsticksindustrin, även han numera relativt okänd. Han konstruerade redan vid 17 års ålder en stilsättningsmaskin. Åtta år senare hade han framställt en maskin som automatiskt skar, svavlade, satsade, torkade och kapslade svaveltändstickor i tjockt papper. Han belönades av Vetenskapsakademien och anställdes vid Jönköpings tändsticksfabrik där han utvecklade en lång rad av specialmaskiner. Slutligen konstruerade han en maskin som skött av "endast en yngling och en flicka" kunde producera 40 000 tändsticksaskar om dagen. Han fortsatte att utveckla sättmaskiner och tryckpressar som fick stor spridning.

Flera av medaljörerna var framstående industriledare. Helge Palmcrantz (1842-1880) utvecklade en kulspruta i ett litet kök på Söder i Stockholm 1868. Den visade sig överlägsen samtida konstruktioner och inköptes av många länder. Han konstruerade också mer fredliga maskiner; mest känd är en slättermaskin, som han patenterade 1876. Frans Kempe (1847-1924) utvecklade familjeföretaget Mo och Domsjö AB till ett av de främsta trävaruföretagen i Sverige. Rationell

skogsvård (föryngringsfrågan) var ett dominerande intresse i hans liv och han donerade stora summor för detta ändamål. Han var en stor Norrlandspatriot. Hjalmar Lundbohm (1855-1926) var geolog och insåg vilka stora malmtillgångar som fanns i Kiruna. Som disponent i Kiruna för Luossavaara-Kiirunavaara AB, LKAB, gjorde han stora insatser för såväl samhällets som bolagets utveckling och hans insats präglar fortfarande Kiruna. Han engagerade sig starkt för samerna. Hans stora konstnärliga intressen gjorde honom nära vän med flera av Sveriges mest framstående konstnärer, exempelvis prins Eugen. Han har betecknats som Lapplands "okrönte kung". I aktiespekulationer under första världskriget förlorade han allt och dog skuldsatt. Gösta Malm (1873-1965) gjorde som chef för Vattenfallsstyrelsen en kraftfull insats i fyra stora projekt: Trollhätte kanal, kraftverket i Trollhättan samt de nya kraftverken i Porjus och Älvkarleby. Han var även landshövding i Norrbottens län, handelsminister och socialminister och anförtroddes en mångfald offentliga uppdrag.

Åtskilliga medaljörer var skeppsbyggare. Otto Carlsund (1809-1884) var "öfvermechanicus" vid Motala verkstad. Han byggde 1843 det första propellerdrivna fartyget i Sverige och senare monitorer, pansarbåtar och världens första isbrytare. Carl Richson (1857-1925) arbetade i många år på örlogsvarv i Förenta staterna och tog sedan verksam del i uppbyggandet av Sveriges pansarbåtsflotta, däribland pansarskeppet *Sverige*. Han ritade Sveriges första ubåt, *Hajen* (1904). Hugo Hammar (1864-1947) startade Götaverken där pansarskeppet *Sverige* byggdes 1912. Varvet utvecklades under hans ledning till Sveriges största skeppsvarv. Han förespråkade dieselmotordrift och elsvetsning. Tack vare Hammar koncentrerades utbildningen i skeppsbyggeri till Chalmers och han var även drivande vid tillkomsten av Statens skeppsprovninganstalt och Göteborgs sjöfartsmuseum. Oscar Kjellberg (1870-1931) utvecklade i samarbete med Hugo Hammar en metod för elektrisk svetsning och blev verkställande direktör för Elektriska svetsnings AB, ESAB. Hans metod användes tidigt i Tyskland, bland annat på de så kallade fickslagskeppen, och senare på Västerbron i Stockholm och Götaälvbron i Göteborg.

Några medaljörer var professorer, en vid Chalmers, sex vid Kungliga Tekniska högskolan i Stockholm. De flesta är idag föga kända. Carl Palmstedt (1785-1870) blev föreståndare för den "slöjdskola" som 1829 upprättades i Göteborg för medel som donerats av kanslirådet och superkargören i Ostindiska kompaniet William Chalmers. Palmstedt hade tidigare arbetat som kemist under Berzelius och varit brukspatron vid en kemisk-teknisk fabrik vid Gripsholm. Elevantalet som från början var tio hade vid Palmstedts död vuxit till 430. Han författade över 460 skrifter och framträdde även som poet. Johan Cederblom

(1834-1913) var professor i maskinlära och arbetade med åtskilliga problem, däribland centraluppvärmning, hastighetsutväxling, kullagret, propellern och flygningen. Det hävdas att han skulle ha blivit erkänd som föregångsman inom flygforskningen om han offentliggjort sina forskningsresultat. Men de blev kända först efter hans död. Pehr Wilhelm Almqvist (1836-1911) var den förste professorn i väg- och vattenbyggnadsteknik. Han införde de grafostatiska metoderna och skrev standardverk i brobyggnadslära. Peter Klason (1848-1937) var professor i kemi och kemisk teknologi och forskade bland annat i organiska svavelföreningar. Hans forskningsresultat fick betydelse bland annat för massaindustrin. Henning Pleijel (1873-1962) var professor i teoretisk elektroteknik. Han löste många av telegrafins och telefonins teoretiska och praktiska problem.

Ytterligare två var professorer i arkitektur och är välkända arkitekter. Gustaf Clason (1856-1930) ritade bland annat Thaveniusska och Bünsowska husen vid Strandvägen, Östermalms saluhall och Hallwylska palatset, samtliga i Stockholm, samt Norrlands nation i Uppsala och telegrafhuset i Göteborg. Han är nog mest känd för Nordiska museet i Stockholm som uppfördes på 1890-talet. Gunnar Asplund (1885-1940) förenade på ett säregt sätt klassicism och funktionalism och har på senare tid rönt stor internationell uppmärksamhet, bland annat i Japan. Han ritade Karl Johans folkskola i Göteborg och Stockholms stadsbibliotek. Han var arkitekt för Stockholmsutställningen 1930 och utformade tillbygget till rådhuset i Göteborg. Skogskyrkogården i Stockholm blev ett livslångt engagemang och där är han också begravd.

Åtskilliga av medaljörerna är numera så gott som bortglömda, men har gjort betydelsefulla insatser. Victor Kullberg (1824-1890) ansågs på sin tid vara världens främsta kronometertillverkare, flerfaldigt prisbelönad. Att bestämma longituden till sjöss är omöjligt utan en exakt kronometer. Carl Wittenström (1831-1911) planerade och byggde Domnarfvets Jernverk, Sveriges då största, och gjorde banbrytande insatser inom stålglutningen med mitismetoden. Knut Lindmark (1838-1892) gjorde insatser i Stockholms kommunikationshistoria som idag kan verka marginella, men som på sin tid var viktiga. Han byggde den första Katarinahissen 1883. Därefter planerade han Brunkebergstunneln, vid en tid då Brunkebergsåsen ännu inte genombrutits med Kungsgatan. Grävningen visade sig bekymmersam, då gruset hela tiden rasade in. Lindmark fann då på att med en importerad "köldmaskin", egentligen avsedd för fartyg som fraktade fårkött från Australien till Storbritannien, frysa marken till -20° innan den grävdes ut. Tunneln invigdes 1886. Men trots att trafikanterna var många blev projektet ingen ekonomisk framgång. Lindmark sköt sig på Långholmen några år senare. Oscar

Carlson (1844-1916) blev pionjär beträffande tillverkning av konstgödsel i Sverige och grundade Stockholms superfosfatfabriks AB. Hans rent elektrokemiska process för tillverkning av klorat togs i bruk över hela världen. Johan Brinell (1849-1925) bar ett efternamn som idag är välkänt världen över, men är som person föga känd. Han hade ingen vetenskaplig utbildning, men blev en framstående expert på stålets egenskaper och var överingenjör vid olika järnbruk och vid Jernkontoret. Hans metod för hårdhetsbestämning från år 1900 går ut på att en härdad stålkula drivs in i det föremål som skall provas. Kvoten mellan belastningen i kg och den sfäriska arean av den bildade fördjupningen utgör brinelltalet. Gustaf Gröndal (1859-1932) var metallurg och tog ut en mängd patent. Hans anriknings- och briketteringsmetoder fick stor ekonomisk betydelse för utvinnandet av malmer med låg järnhalt och användes i anläggningar över hela världen. Ernst Danielson (1866-1907) arbetade tillsammans med Wenström och gjorde flera betydelsefulla uppfinningar. Vid sidan av Wenström anses han vara den som betytt mest för starkströmsteknikens utveckling i Sverige. Fredrik Kjellin (1872-1910) var först i världen med att konstruera en praktiskt användbar elektrisk stålsmältningugn. Den sattes i drift vid Gysinge bruk år 1900.

Ett överraskande val är nationalekonomen Knut Wicksell (1851-1926), professor i Lund, som hyllades 1990. Han må ha gjort banbrytande och bestående insatser inom nationalekonomin, men hans insatser på de områden som ligger IVA nära är oklara.

Den lilla boken presenterar en rad spännande livsöden, både välkända och okända, och ger samtidigt en översikt över Sveriges roll i den tekniska utvecklingen. Intresset ligger inte minst i att numera bortglömda pionjärer presenteras.

Göran Andolf

Tekniska system i förvandling

Jane Summerton (red.), **Changing Large Technical Systems**. Westview Press, Boulder, CO, 1994. 348 sidor.

I sin prisbelönta bok *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930* (Baltimore 1983) skriver Thomas P. Hughes (sid 4-5):

"Scientists have done much to enlighten us about the nature of dynamics of the structures of the natural world, but historians have as yet only barely penetrated the surface of the highly organized and evolving systems of the man-made world."

Boken kom att skapa ett ökande intresse för studier av tekniska systems egenskaper. Många av de begrepp som definierats av Hughes ("reverse salients", "system builders" etc.) togs snart upp av andra teknikhistoriker. Själv presenterar han systembegreppet i sin uppmärksammade *American Genesis* (New York 1989) med följande rader (sid 3):

"In popular accounts of technology, inventions of the late nineteenth century, such as the incandescent light, the radio, the airplane, and the gasoline-driven automobile, occupy center stage, but these inventions were embedded within technological systems. Such systems involve far more than the so called hardware, devices, machines and processes, and the transportation, communication, and information networks that interconnect them. Such systems consist also of people and organizations. An electric light-and-power system, for instance, may involve generators, motors, transmission lines, utility companies, manufacturing enterprises, and banks. Even a regulatory system may be co-opted into the system."

Termen sociotekniskt system har kommit att alltmer användas i analyser av teknik, där sociala och kulturella sammanhang beaktas vid sidan om tekniska. Tekniska system i denna vidare mening har flera egenskaper med motsvarigheter hos traditionella tekniska system eller strukturer. I båda fallen kan man tala om *styvhet* (motstånd mot påtvingade störningar), *tröghet* (oföränderlighet över tid), *stabilitet* (förmåga att återgå till jämviktsläge sedan en störning upphört), *redundans* (förmåga att fungera även sedan delar av systemet fallerat). Härmed följer att en stor del av begreppsapparaten från klassisk teknisk systemteori har kunnat övertas i beskrivningar även av sociotekniska system. Men studier av dessa innefattar också begrepp som saknar en direkt motsvarighet vid rent tekniska system.

En internationell konferens i Vadstena 1992 hade som grundtema olika slag av påtvingade störningar i eller förändringar av stora sociotekniska system. Bidrag från 16 deltagande forskare har samlats i denna bok, redigerad av konferensens organisatör Jane Summerton, verksam vid Tema Teknik och social förändring vid universitetet Linköping. Hennes egen doktorsavhandling (rec. i *Polhem* 1993/3) behandlade etableringen av ett visst tekniskt system, nämligen fjärrvärmenätet i Mjölby, och de kommunalpolitiska störningar som uppkom vid planeringen av detta stora projekt. Den nya boken inleds med ett kort förord av Hughes och en essä av Summerton, som definierar och exemplifierar ämnesområdet LTS (*Large*

Technical Systems). Bredden i de studier som sedan redovisas ett antal artiklar kan illustreras med följande exempel från var och en av bokens fem huvuddelar.

Under huvudrubriken *Combining Parts of Systems* behandlas bl.a. dynamiken i stora transportsystem. Arden Bucholz skriver här om järnvägs-systemens betydelse i krigsplaneringen före första världskriget. Genom i detalj utarbetade mobiliseringsplaner skulle enorma mängder soldater och krigsmateriel kunna transporteras till fronten på kortast möjliga tid. Det hela analyserades som ett processtekniskt system med ett noga reglerat materialflöde. I den slutliga krigsplanen ingick t.ex. daglig passage av 560 järnvägståg med vardera 54 vagnar över en bro vid Köln, allt under en tidsperiod av elva dagar. Ett så hårt reglerat system är givetvis inte lätt att ändra, sedan det hela väl satts igång. Rykten första dagen om brittisk förhandlingsvilja fick Kaiser Wilhelm att ge order om att omedelbart stoppa tågen, men general Moltke förklarade att detta redan var tekniskt omöjligt. Systemets tröghet var för stor; resultatet skulle bli ett totalt kaos. Det gick helt enkelt inte att stoppa kriget.

Ett av bidragen under huvudrubriken *Crossing Territorial Borders* gäller problem i samband med hopslagning av inkompatibla tekniska system. Tobias Robischon behandlar svårigheterna att kombinera de öst- och västtyska telefon-systemen efter återföreningen av de två tyska staterna. Det gällde här att med största möjliga utnyttjande av befintlig infrastruktur åstadkomma ett enhetligt telefonsystem för hela Tyskland. I detta bidrag, liksom i flera andra i boken, sägs mycket litet om tekniken i sammanhanget. Nog hade det varit intressant att få veta något om vad som gjorde hopkopplingen av de två systemen så utomordentligt komplicerad.

I huvudavsnittet med rubriken *Confronting Cultural Incompatibilities* behandlar Janet Abbate det globala nätverksbygget "Internet", det snabbast växande av alla vår tids stora sociotekniska system. Ett annat bidrag gäller Gene I. Rochlins studie av kärnkrafttekniken, som till skillnad från nästan all annan storskalig teknik inte växt fram "organiskt" från ett småskaligt förstadium, utan som från början var just ett Large Technical System. Här jämförs kärnkrafts-utbyggnaden och dess olikartade sociala och politiska acceptans i USA, Frankrike, Tyskland (BRD) och Sverige. Förf. skriver att de flesta av Sveriges kärnkraftstekniker var nära knutna till och kom från Chalmers (!) och att detta förhållande skulle förklara att Sverige utvecklade en miniatyrform av den franska kärnkraftstekniken - en märklig slutsats baserad på ett lika märkligt påstående.

Biltrafik som sociotekniskt system betraktas i huvudavsnittet *Controlling Car Traffic: Will the System Change?* Biltrafik skiljer sig på ett markant sätt

från t.ex. järnvägs- eller flygtrafik genom att hela tiden styras av ögonblickliga, individuella beslut och handlingar. Detta system påverkas mer än alla andra trafiksystem av hur ett mycket stort antal människor i varje ögonblick väljer att bete sig. Det är den samlade reaktionen hos kollektivet bilförare som ytterst styr utvecklingen av systemet bilismen. Detta till skillnad från järnvägstrafik, som är fullständigt centralstyrd och noga reglerad. I artikeln "Information Technology Hits the Automobile? Rethinking Road Traffic as Social Interaction" behandlar Oskar Juhlin utvecklingen av informationstekniska hjälpmedel för att reglera flöde av biltrafik. Beteckningen RTI (*Road Transport Informatics*) har prägats för vetenskapen om elektroniska system för organisation och integration av vägtrafikflöde. Juhlin jämför två skilda system: "Centrally Dependent Driving" och "Cooperative Driving", där det senare avser ett system för direkt elektronisk kommunikation mellan bilförare. Av dessa senare finns, dessvärre, inte bara samarbetsvilliga ("good ones") utan även aggressiva ("naughty ones"). Med RTI skulle man kanske tidigare kunna avgöra vilken sort man möter på vägen och så bättre kunna inrätta sig därefter.

Boken avslutas med en inte helt lättläst essä "On Systemic Technology" av Svante Beckman. Den fysiologiska termen *systemic* betecknar enligt *The Concise Oxford Dictionary* "of or concerning the whole body, not confined to a particular part". För att kunna ange graden av egenskapen systemic använder Beckman termen *systemicity*, ett ord som dock ännu inte står att finna i vanliga lexika. Termen komplexitet har med saken att göra (sid 316):

"One might consider 'complexity' as another term to label overall systemicity. If used as a common language notion for units with increasingly differentiated internal relations, then rising systemicity goes hand-in-hand with rising complexity."

Det välkända fyrfältsdiagrammet tas också till hjälp i ambitionen att förklara den undflyende termen systemicity. Men detta är mycket svår materia, och författaren slutar också sina reflektioner på en pessimistisk grundton (sid 329):

"This certainly calls for some caution in the suggestive use of 'system' in technology studies."

Dessa varningar bör dock på intet sätt få avskräcka från läsning av boken. Fördjupade kunskaper om stora sociotekniska systems egenskaper är viktiga för förståelsen av mycket som händer runtomkring oss.

Jan Hult

Klepsydror, ångkanoner och grekisk eld

Bjarne Huldén, **Grekisk och romersk ingenjörskonst**. Svenska Tekniska Vetenskapsakademien i Finland, Meddelande nr 47, 1994. 170 sidor.

En av dem som inbjöds att medverka i *Polhems* första nummer var den finlandssvenske diplomingenjören Bjarne Huldén. I sin artikel "Antiken och tekniken" citerade han utproppet till ett symposium som hölls 1981 i Stockholm med titeln "Antiken - död eller levande":

"Det västerländska samhällets sårbarhet börjar jämföras med överlevnadsförmågan hos andra samhällen, som är eller varit bättre anpassade till ekologin. Hos den yngre generationen kan man märka en ökad sympati för icke-industrialiserade samhällen och som en följd av detta en ny uppskattning av antiken."

Denna uppskattning har kommit till många uttryck. Universitetens kurser i antikens kultur och samhällsliv lockar stora skaror av studenter. Ambitiösa populärvetenskapliga tidskrifter om antiken har utgetts sedan slutet av 1970-talet, bland dem den svenska *Medusa* och den danska *Sfinx*. Bjarne Huldén har själv skrivit i *Polhem* om "Metallförvärv och järnutvinning under arkaisk tid i Grekland" (1986/3) och om "Arkimedes och solstrålarna" (1986/3). Han har varit redaktör för *Ancient Technology*, utgiven av Tekniska Museet, Helsingfors 1990, och han har författat boken *Antiken och tekniken*, utgiven av Svenska Tekniska Vetenskapsakademien i Finland, (rec. i *Polhem* 1990/2).

Titeln på den senare kan sägas vara något missvisande; den behandlar nästan uteslutande grekisk teknik, från arkaisk tid och in i hellenismen. I den nu utkomna boken återställs balansen; halva boken behandlar romersk ingenjörskonst, främst byggnadsteknik. Härutöver finns ett kapitel om den grekiska teaterns arkitektur och akustik och ett om tidmätning med solur och vattenur.

Huldén skriver med distans till sitt ämne; han reserverar sig ofta mot tolkningar som blott är alltför vanliga när tekniska förhållanden beskrivs utan stöd i teknisk sakkunskap. Det mesta är lästlöst, men beskrivningen av det anaforiska vattenuret med sina olika timlinjer och cirklar skulle nog behöva en pedagogisk översyn. Sist i boken behandlas några vanliga myter om antika tekniska bravader som visas vara just myter.

"Archimedes ångkanon" är det första exemplet. Inför en skara journalister och fotografer demonstrerade den grekiske ingenjören Ioannis Sakas år 1981 en "rekonstruktion" av denna uppfinning. En tennisboll fylld med cement var

inklämnd i ett tre fot långt kopparrör, slutet i andra änden. Sedan röret upphettats över öppen eld till ca 400 °C, sprutades 5 g vatten in genom ett tunt ventilförsett rör. Effekten blev våldsamt: efter någon sekund sköts bollen iväg nära 60 meter. Det hade varit tekniskt fullt möjligt att utföra en sådan kanon redan på Arkimedes tid. Alltså, menade många, var det härmed "bevisat" att berättelsen om Arkimedes ångkanon hade ett verklighetsunderlag.

Huldén lokaliserar ursprunget till myten om ångkanonen hos författaren Francesco Petrarca (1304-74), som i en essä om maskiner och artilleri skrev att "somliga tillerkänner Arkimedes äran av denna uppfinning." Vid just denna tid började Arkimedes bli känd som en legendarisk uppfinnare som ofta tillskrevs allehanda märkliga konstruktioner. Petrarca blev med tiden mycket läst och ofta citerad. Robertus Valluris (1413-82) hakade på och skrev i sin bok om krigskonsten att den fruktansvärda kanonen troddes vara uppfunnen av Arkimedes. Detsamma står att läsa hos Niccolo Tartaglia (1500-59). Så kom myten om Arkimedes ångkanon efter hand att bli till allmän egendom. Det blev naturligt för Leonardo da Vinci att stöda sig på dessa auktoriteter när han utförligt beskriver en ångkanon, som han kallade "Architronito" och tillskrev Arkimedes.

Huldén går tillbaka till Petrarca och konstaterar att denne i själva verket talar om den då nya krutkanonen, uppfunnen under första kvartalet av 1300-talet. När Ioannis Sakas påstår att Leonardo haft tillgång till Arkimedes egna ritningar av en ångkanon, så avfärdar Huldén detta som ett rent fantasifoster. Den lyckade demonstrationen hade inget som helst historiskt värde.

Ett annat tvisteämne angående tekniska kunskaper i antiken gäller frågan om romarna kunde svarva brons. Cirkulära spårinjer i romerska fat och krukor av brons har tolkats som svarvspår. Detta skulle betyda att man använt vevdrivna svarvar - men man känner inga avbildningar eller beskrivningar av sådana från den aktuella tiden. Huldén relaterar en annan, mera trolig, förklaring till spåren: de kan helt enkelt härröra från den svarvade vaxmodell som använts vid tillverkningen av kärnen enligt "cire-perdue"-metoden (förlorat vax).

Allra sist behandlas den grekiska elden, det hemliga vapen som åren 678 och 717 skall ha räddat Bysans från araberna. Huldén refererar olika teorier för att förklara detta komplicerade vapensystem, som f.ö. med säkerhet inte hade något ursprung i det antika Grekland.

En fyllig litteraturlista ger slutligen vägledning till fördjupade studier av akvedukter, pozzolana, quadriremar eller andra yttringar av avancerad ingenjörskonst som man möter i Bjarne Huldéns läsvärda nya bok.

Jan Hult

Nyutkommen litteratur

Charles Edquist, **Offentlig teknikupphandling för behovstillfredsställelse och konkurrenskraft**. Tema T, Linköpings universitet, Rapport 34, 1994. 37 sidor.

Maths Isacson, **Vardagens ekonomi. Arbete och försörjning i en mellan-svensk kommun under 1900-talet**. Gidlunds Förlag 1994. 280 sidor.

Börje Isakson & George Johansson, **Svenska snilleblixtar 2**. Natur och Kultur, Stockholm 1994. 95 sidor.

Sven-Olof Olsson (red.), **Medeltida danskt järn. Framställning av och handel med järn i Skåneland och Småland under medeltiden**. Högskolan i Halmstad 1995. 178 sidor.

Jan-Erik Pettersson (red.), **Dædalus 1995. Tekniska Museets årsbok**. Stockholm 1995. 232 sidor.

Dokumentation av svensk järn- och stålindustri. Metallurgi III. Jernkontorets Bergshistoriska Utskott, H57, Stockholm 1995. 143 sidor.

*

Jane Adams, **The Transformation of Rural Life: Southern Illinois 1890-1990**. University of North Carolina Press, Chapel Hill, NC, USA 1994. 352 pages.

Martin Bauer (Ed.), **Resistance to New Technology: Nuclear Power, Information Technology, Biotechnology**. Cambridge University Press, Cambridge, UK 1995. 434 pages.

Jed Z. Buchwald, **The Creation of Scientific Effects: Heinrich Hertz and Electric Waves**. University of Chicago Press, Chicago, IL, USA 1994. 496 pages.

I. Bernard Cohen, **Interactions: Some Contacts between the Natural Sciences and the Social Sciences**. MIT Press, Cambridge, MA, USA 1994. 228 pages.

Katherine Jellison, **Entitled to Power: Farm Women and Technology, 1913-1963**. University of North Carolina Press, Chapel Hill, NC, USA 1994. 240 pages.

Judith A. Mc Gaw (Ed.), **Early American Technology: Making and Doing Things from the Colonial Era to 1850**. University of North Carolina Press, Chapel Hill, NC, USA 1994. 494 pages.

David H. Guston & Kenneth Keniston (Eds.), **The Fragile Contract: University Science and the Federal Government**. MIT Press, Cambridge, MA, USA 1994. 270 pages.

Barton C. Hacker, **Elements of Controversy: The Atomic Energy Commission and Radiation Safety in Nuclear Weapons Testing, 1947-1974**. University of California Press, Berkeley, CA, USA 1994.

Dorothy Hosler, **The Sounds and Colors of Power: The Sacred Metallurgical Technology of Ancient West Mexico**. MIT Press, Cambridge, MA, USA 1994. 416 pages.

M. Susan Lindee, **Suffering Made Real: American Science and Survivors at Hiroshima**. University of Chicago Press, Chicago, IL, USA 1994. 304 pages.

Ulf Mellström, **Engineering lives**. Diss, Tema T, University of Linköping, Sweden 1995. 184 pages.

Thomas J. Misa, **A Nation of Steel. The Making of Modern America 1865-1925**. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA 1995. 367 pages.

Susan Merrill Squier, **Babies in Bottles: Twentieth-Century Visions of Reproductive Technology**. Rutgers University Press, New Brunswick, NJ, USA 1994. 285 pages.

***Polhem* gratulerar Michael Lindgren**

som utnämnts till universitetslektor i Teknik- och innovationshistoria vid högskolan i Halmstad. Michael Lindgren disputerade 1987 vid universitetet i Linköping (Tema Teknik och social förändring) på avhandlingen *Glory and Failure: The Difference Engines of Johann Müller, Charles Babbage and Georg and Edvard Scheutz*. Han har därefter bedrivit forskning om Christopher Polhems manufakturssystem vid Tekniska Museet i Stockholm.

Författare i detta häfte

Göran Andolf, fil.dr.

Historiska Ord
Tomtebogatan 26, II tr
113 38 STOCKHOLM

Mark Elam, fil.dr.

Sociologiska institutionen
Köpenhamns universitet
POB 2177
D-1017 KÖPENHAMN, Danmark

Jan Hult, tekn.dr.

Institutionen för teknik- och industrihistoria
Chalmers Tekniska Högskola
412 96 GÖTEBORG

Oskar Juhlin, civ.ing.

Tema Teknik och social förändring
Linköpings universitet
581 83 LINKÖPING

Thomas Kaiserfeld, fil.kand.

Avdelningen för teknik- och vetenskapshistoria
Kungl. Tekniska Högskolan
100 44 STOCKHOLM

Helge Kragh, professor

Senter for Teknologi og Menneskelige Verdier
Universitetet i Oslo
Gaustadallee 21, Blindern
N-0316 OSLO, Norge

Helene Sjunnesson, fil.kand.

Avdelningen för teknik- och vetenskapshistoria
Kungl. Tekniska Högskolan
100 44 STOCKHOLM



Tryckt & Bunden
Vasastadens Bokbinderi AB
1995

Redaktionen

POLHEM publicerar uppsatser, recensioner, notiser och andra inlägg i teknikhistoriska ämnen.

Bidrag mottas på svenska, norska, danska eller engelska.
I undantagsfall kan bidrag på tyska eller franska accepteras.

Maximalt omfång för uppsatser är 50 sidor. Debattartiklar mottas med intresse. Skriv kort, en à två sidor. Korta presentationer av teknikhistoriska kurser, konferenser, utställningar m.m. är också välkomna.

Författaranvisningar

Manuskript insänds i ett exemplar. Anvisningar för utskrift med ordbehandlare tillhandahålls av redaktionen:

POLHEM
Institutionen för teknik- och industrihistoria
CTH Bibliotek
412 96 GÖTEBORG

Tel: 031-772 38 86, 031-772 37 84
Fax: 031-772 37 83

Noter numreras löpande: 1,2,3,... Text för sig och noter för sig.
Illustrationer är välkomna, dock helst ej orastrerade fotografier.
Alla illustrationer och tabeller skall förses med förklarande text.
Måttenheter bör anges i SI-systemet.

Manuskript kan sändas till endera av följande medlemmar av redaktionen:

Jan Hult, Institutionen för teknik- och industrihistoria
CTH Bibliotek, 412 96 GÖTEBORG

Svante Lindqvist, Avdelningen för teknik- och vetenskapshistoria
KTH Bibliotek, 100 44 STOCKHOLM

