

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

鐵 鋼

1990/1

Årgång 8

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

Henrik Björck

Svante Lindqvist

Wilhelm Odelberg

Sven Rydberg

Tryck

Vasastadens Bokbinderi AB, 414 59 GÖTEBORG

Omslag och rubriker: Svensk Typografi, Gudmund Nyström AB,
178 00 EKERÖ

Prenumeration

120 kr/år (4 häften)

Beställes genom inbetalning på postgirokonto nr 441 65 94 - 2

Lösnummer

35 kr/st

Beställes som ovan

INNEHÅLL

Uppsatser:	Donald B. Wagner: Jern og stål i oldtidens Kina	2
	Torsten Wästfelt: Ingemar Nordins teori om den teknologiska forskningens natur	38
Recensioner:	Jan Hult, Svante Lindqvist, Wilhelm Odelberg, Sven Rydberg: <i>Svensk teknikhistoria</i> (rec. av Francis Sejersted)	76
	Mats Essemyr: <i>Bruksarbetarnas livsmedelskonsumtion. Forsmarks bruk 1730-1880.</i> (rec. av Sven-Olof Olsson)	80
Notiser:	Nyutkommen litteratur	83
	Technology Transfer and Innovation in Mixed Economies	83
	Technological Development and Science in the 19th and 20th Century	84
	The Gunpowder Mills Study Group: An inquiry into the history of powder making	84
	Författare i detta häfte	86
Omslagsbild:	De kinesiska tecknen för "järn" och "stål" (till uppsats av Donald B. Wagner, sid 2)	

Donald B. Wagner

Jern og stål i oldtidens Kina

Denne sammenfatning af forskningspublikationer fra de sidste seks år har som direkte anledning min ansøgning om tildeling af Ph.D.-graden ved Københavns Universitet, hvor der kræves "en sammenfattende redegørelse (resumé) for de videnskabelige resultater, der er opnået". Jeg har dog benyttet lejligheden til at skrive en bredere redegørelse, som kompletterer de konkret opnåede resultater med nogle mere spekulative betragtninger over metoder og perspektiver, som denne forskning har givet anledning til.

De afhandlinger, som det drejer sig om, er de otte, som er angivet i bibliografien under navnet Wagner. Disse er oftest blevet skrevet med henblik på ganske snævert definerede problemstillinger, og har henvendt sig til indbyrdes meget forskellige specialistgrupper. Nærværende artikel henvender sig generelt til historikere, og forsøger at undgå at kræve for meget specialiseret viden om metallurgi eller om kinesisk historie og arkæologi.

Det langsigtede mål med denne forskning er to forholdsvis ambitiøse bøger. Den første, som så småt nærmer sig en afslutning, har titlen *Iron and steel in ancient China*. Den skal give en detaljeret og afrundet redegørelse for Kinas tidligste jernindustri (indtil slutningen af Han-perioden 220 e.v.t.), med særligt henblik på dens betydning for den økonomiske og samfundsmæssige udvikling og omvendt på de økonomiske og samfundsmæssige faktorer, som har betinget industriens udvikling. Den anden bog er

Den forskning, som sammenfattes her, har fået støtte fra Statens Humanistiske Forskningsråd, Carlsbergfondet, Københavns Universitet, Julie von Müllens Fond, og Dr. Joseph Needham.

bindet om jernmetallurgi i Joseph Needham's *Science and civilisation in China*. Her skal udviklingen følges videre, indtil ca. 1600 e.v.t., med en lignende målsætning, dog på et mindre detaljeret niveau og, i mesterens ånd, med stærk vægt på de kinesiske præstationer og på transmissionen af kinesiske opfindelser til Vesten og deres historiske betydning her.

1. Mål og metode

Hvad er teknikhistorie, eller hvad burde teknikhistorie være? Der findes mange bud; jeg vil her fremføre et forslag til svar, som ikke i sig selv er originalt (se især MacKenzie 1984), men hvis formulering er min.

Man må i alle tilfælde begynde med, at teknik ikke er naturvidenskab, og at teknikhistorie er afgørende forskellig fra videnskabshistorie. Mens videnskabshistorie er en forholdsvis klart afgrænset gren af åndshistorie, er teknikhistorie nærmest beslægtet med økonomisk historie, idet det er de økonomiske faktorer, som klarest betinger den teknologiske udvikling. En meget anvendt definition på økonomisk historie er, at det er den del af faget historie, som ikke kan studeres uden et dybt kendskab til økonomisk teori. Således har den økonomiske historie intet veldefineret *objekt*, og der er intet historisk spørgsmål, som en økonomisk historiker på forhånd afskærer sig fra at undersøge. På lignende måde vil jeg foreslå følgende definition på teknikhistorie: *Teknikhistorie er den del af faget historie, som ikke kan studeres uden et dybt kendskab til mindst én gren af de tekniske videnskaber*. Ifølge denne definition er en teknikhistoriker, ideelt set, først og fremmest historiker. De spørgsmål, som han stiller til sit materiale, er ikke væsensforskellige fra andre historikers spørgsmål; men i kraft af hans tekniske viden er det muligt for ham at inddrage tidens teknik og dens udvikling i sine overvejelser.

Det centrale begreb i den form for teknikhistorie, som jeg her forsøger at definere, er *det tekniske valg* (technological choice). Tekniske valg forekommer på mange niveauer og kan være både bevidste og ubevidste (eller *eksplícitte* og *implícitte*). Et nærliggende eksempel er Danmarks fravalg af atomkraft. Et mindre indlysende eksempel er valget mellem smedjern og støbejern til landbrugsredskaber: I romertidens Europa faldt dette "valg" på smedjern, i Kina i samme tid på støbejern, uden at noget menneske, i øst eller vest, nødvendigvis har tænkt på muligheden for at vælge mellem de to materialer.

Et teknisk valg har, uanset om det er bevidst eller ubevidst, *årsager* og *virksomheder*, og teknikhistorikeren studerer disse. En af mange årsager til Danmarks valg af el-fremstilling uden atomkraft er, at en klar beslutning i atomkraftens favør endnu ikke var blevet taget og iværksat, før Three-Mile-Island ulykken gjorde en sådan beslutning umulig i et demokratisk samfund med højt uddannelsesniveau. Blandt de mulige virkninger (konsekvenser) kan nævnes en forstærkning af drivhuseffekten og ugunstige energivilkår for industrien. Virkningerne vil først kunne ses og vurderes af en fremtidig historiker, der studerer 1990'ernes Europa i et komparativt perspektiv. De tekniske valgs årsager og virkninger er meget tit økonomiske, men som eksemplet viser er det langt fra altid tilfældet. Der er også en tendens til, at de mange årsager og virkninger filtrer sig ind i hinanden, således at det kan være mere frugtbart at tale om *vekselvirkninger*.

I den ældre historie vil teknikhistorikeren oftere være interesseret i de tekniske valg, som jeg har kaldt *ubevidste* eller *implícitte*. Her er en komparativ metode strengt nødvendig, for hvordan skal man ellers kunne vide, om der faktisk har været tale om et valg? Når vi nu kan se, at man i to jævnbyrdige samfund (f.eks. Romerriget og Han-rijet) har brugt meget forskellige teknikker til tilfredsstillelse af same behov – her fortsætter vi

med eksemplet landbrugsredskaber af støbejern eller smedejern – har vi et historisk faktum, hvis årsager og virkninger kan undersøges. Den forsker, som kun ser på én kulturkreds, kan sjældent få øje på et sådant teknisk valg, for det er altid nærliggende at tro, at der ikke findes andre tekniske muligheder, end dem man netop ser.

For sinologen, der jo netop lever og virker i én kultur og forsker og underviser om en anden, forekommer komparative studier fuldstændig naturlige og uundværlige; og det kan synes uforståeligt, at teknikhistorien så sjældent drives komparativt. Der findes mange grunde til at undlade at se komparativt på et emne; den som oftest drages frem er sprogproblemer. Jeg vil ikke på dette sted fuldstændig underkende disse gode undskyldninger men vil alligevel påpege, at teknikhistorisk forskning uden komparativt perspektiv meget tit drager konklusioner på et mangelfuldt grundlag.

Jeg må her citere en berømt bemærkning i Marx's *Filosofiens elendighed*: "Håndkværnen giver et samfund med en feudaltherre, dampmøllen giver et samfund med en industrikapitalist."¹ Citatet duer godt som karikatur af den type konklusion, som teknikhistorikeren efter min mening bør forsøge at komme frem til. Den snævre determinisme og den umiddelbare slutning fra småt til stort er der ikke brug for; men ideen om, at den tekniske udvikling påvirker (og påvirkes af) historiens øvrige gang, finder jeg uundværlig.

¹ Citeret af Donald MacKenzie (1984: 473). MacKenzie argumenterer for, at Marx ikke var en så stiv teknologisk determinist, som dette ene citat kunne antyde. Dette er jeg ikke i tvivl om; som den journalist, han også var, havde Marx sans for klare og karikaturagtige udsagn, som får læseren til at spærre øjnene op. Jeg fremdrager eksemplet her i samme ånd.

Der findes en hurtig kur for den snævre determinisme: man behøver bare studere et problem komparativt og i dybden, og straks vil alle simplistiske forklaringer forsvinde i en underskov af indbyrdes kæmpende årsager og virkninger af vidt forskellig art. Det er på denne baggrund, at jeg argumenterer for en teknikhistorisk forskning, som ikke specielt fremhæver teknikken, men behandler de tekniske valg som historiske faktorer på lige fod med alle de andre faktorer, som indgår i historiens vekselvirkning.

Angående eksemplet støbejern kontra smedejern vil jeg komme med nogle bemærkninger i det følgende; men en fuldstændig redegørelse er jeg langt fra i stand til at give.

2. Den første brug af jern i Kina

Jeg har i to artikler (1986; 1987b) beskæftiget mig med spørgsmål vedrørende den første jernudvinding i Kina.

Men henblik på det rent tekniske spørgsmål, hvordan man på basis af datidens bronzeudvindingsteknik har kunnet udvikle en jernudvindings-teknik, har jeg skrevet en kritisk gennemgang af den kinesiske forskning vedrørende nogle kobberudvindingsovne fra det 6. århundrede f.v.t., som er udgravet ved en kobbermine ved Tonglüshan i Daye, Hubei (Wagner 1986). Til brug ved rekonstruktionen af denne ovntype har de kinesiske forskere haft rester af ti ovne; kemiske analyser af råmaterialerne, kobberet, og slaggen; og erfaringer med traditionelle kobberudvindingsovne, som stadig findes i brug i det 20. århundrede. Hypoteser i forbindelse med rekonstruktionen er blevet prøvet gennem direkte forsøg i fuld skala, og det endelige resultat forekommer meget pålideligt.

Ovnen har været en art højovn. I en skakt af ca. 1,5 m højde har man charget malm og trækul samt jernmalm som flusmiddel. (Flusmidlets funktion er at trykke slaggens smeltepunkt ned til en praktisk opnåelig temperatur.) Luft blev blæst kraftigt ind i skakten nærved bunden. Flyd-

ende kobber samlede sig i bunden og blev tappet med jævne mellemrum. Ovnene har fungeret kontinuerligt i perioder på dage eller muligvis uger. Produktionen har sandsynligvis været omkring 350 kg kobber pr. døgn.

Meget mere jern end kobber gik igennem disse ovne. De termodynamiske omstændigheder indeni ovnen (temperaturen samt forholdet mellem kulilte, CO, og kultveilte, CO₂) har været sådan, at kobbermalmen reduceredes til metallisk kobber mens jernmalmen (Fe₂O₃, Fe₃O₄) ikke kunne reduceres længere end til FeO, som forlod ovnen som en bestanddel af slaggen.

Hvis nu der i ovnens atmosfære skulle være for meget kulilte i forhold til kultveilte, vil noget af jernoxyden blive reduceret til metallisk jern, som blandes med kobberet. Denne situation kunne opstå, hvis man blæste for lidt luft i ovnen og/eller chargede for meget trækul i forhold til malmen. Erfaringer, som er beskrevet i E. D. Peters' *Modern copper smelting* (1895: 276–280) viser, at præcis dette kunne ske i store højovne, som i princippet ligner de små ovne, som der her er tale om.

Videre tekniske overvejelser fører til den konklusion, at kobberudvindingsmestrene sandsynligvis længe har kendt til støbejern som et uønsket biprodukt, der indicerede ukorrekt drift af ovnen. Opdagelsen af jernudvindingsteknikken kan således simpelthen have været opdagelsen af, at dette uønskede biprodukt kunne bruges til noget.

Ifølge den hypotese, som er fremlagt her, var det erfaringen med forholdsvis store kobberudvindingsovne, som i Kina førte til brugen af jern. De første kinesiske jernudvindingsovne var sandsynligvis små højovne, som producerede jern med ca. 4% kulstof, et meget lavt siliciumindhold, og med en smeltetemperatur omkring 1150°C (jfr. Wagner 1984; 1985b: 20, 56); det kaldes i dag *hvidt støbejern*. Smeltetemperaturen er lav nok til, at smeltning ikke er noget stort problem, men jernets støbeegenskaber er ikke

særlig gode, og det er kun på baggrund af en meget højt udviklet bronze-støbningsteknik, at man har kunnet støbe brugbare ting af det.

Støbejern er sprødt, og kan ikke smedes.² Ifølge hypotesen må brugen af smedejern have ventet på opfindelsen af en art friskherd, hvori kulstofindholdet fjernes fra støbejern. Den kan tænkes at være udviklet ud fra erfaringer med procedurer til fjernelse af jern fra kobber; men der mangler arkæologisk materiale til belysning af dette spørgsmål.

I Vesten synes den første brug af jern at have haft et noget anderledes forløb (se f.eks. Tylecote 1976: 6–7, 29–30, 40–41, 61; Maddin et al. 1977). Kobberudvindingsovnene var meget små huller i jorden, "bowl furnaces"; på samme måde som i Kina brugte man jernmalm som flussmiddel, og erfaringen med disse ovne kan på lignende måde have ført til brugen af jern. Men de første jernudvindingsovne har været små "luppeovne" (bloomery furnaces), som producerede jern med et meget lavt kulstofindhold (ca. nul) og en smeltetemperatur betydeligt over 1500°C. Det kalder man *smedejern*; det har gode mekaniske egenskaber, men kan med oldtidens teknik kun formes ved smedning. Det har været teknisk muligt at støbe jern siden oldtiden, men i Europa har man sjældent brugt støbejern før i middelalderen (se Wagner 1987a: 2–3). Blandt mulige årsager til, at man ikke har brugt støbejern i Vesten er, at man ikke har besiddet en tilstrækkelig avanceret støbeteknik til at kunne håndtere hvidt støbejern på tilfredsstillende vis.

•

Hvor, og i hvilken kulturel sammenhæng, blev jernet opfundet i Kina? En vigtig artikel af arkæologen Huang Zhanyue³ giver en kritisk gennemgang af det relevante skriftlige og arkæologiske materiale og kommer frem til, at

² En mere udførlig diskussion af støbejernets metallurgi gives i Wagner 1987a.

³ Huang Zhanyue 1976; refereret og delvis opdateret i Wagner 1987b.

intet af det skriftlige materiale er pålideligt. Han eliminerer også en hel del af det arkæologiske materiale og kommer frem til, at de tidligste veldaterede jerngenstande er fra ca. 500 f.v.t., og er fundet to steder: i Changsha, Hunan, og Luhe, Jiangsu. Førstnævnte var i den sydligste del af staten Chu, sidstnævnte i staten Wu.

Mit eget studium af materialet fra Changsha fører til den konklusion, at dateringen er forkert. Den er baseret på visse antagelser om Chu-statens kultur, som er historisk uforsvarlige og desuden klart modbevises af de mere professionelle udgravninger af betydeligt bedre bevaret materiale ved Chu's hovedstad i Jiangling, Hubei. Den artikel, hvori jeg argumenterer for denne negative konklusion (Wagner 1987b), er en meget detaljeret øvelse i arkæologisk metode, og skal ikke refereres her. Artiklen munder ud i den hypotese, at det tidligste brug af jern i det geografiske område, som udgør Kina i dag, var i den sydlige del af den moderne provins Jiangsu, dvs. den daværende stat Wu. Hvis denne hypotese bekræftes af fremtidige arkæologiske fund åbnes der for nogle interessante perspektiver.

•

Den tidligste "kinesiske" kultur (Shang- og Zhou-rigerne) har modtaget væsentlige påvirkninger fra syd og (formentlig, men mere kontroversielt) fra vest, men centrum har klart været Den Centrale Slette i Nordkina.⁴ Sydkina, dvs. regionen syd for Kunlun-Qinling-Dabie bjergkæden (som løber parallelt med og nordfor Yangzi-floden) er geografisk, etnografisk, og lingvistisk meget forskellig fra Nordkina. Forskellene er tydelige i dag, og var endnu mere udtalte i oldtiden. I fysisk geografi har regionen mere til fælles med Sydøstasien end med Nordkina. I oldtiden har man formentlig talt austroasiatiske og/eller austronesiske sprog, og de moderne sydkines-

⁴ Denne hurtige gennemgang af nord-syd problematikken i Kinas forhistorie er dels spekulativ, dels baseret på K. C. Chang (1986).

iske dialekter er klart påvirket af disse (e.g. Pulleyblank 1983: 435–442; K. C. Chang 1987; Egerod 1984).

De forhistoriske arkæologiske kulturer i Sydkina synes at have været mangfoldige, men med visse fælles træk, især en form for hård keramik dekoreret med stemplede geometriske mønstre (se f.eks. Li Boqian 1981; Peng Shifan 1987). Keramik af denne type synes ikke at være fundet i Sydøstasien, og de få eksempler, som er fundet i Nordkina, kan forklares som importvarer. Fællestrækkene i de forhistoriske kulturer i Sydkina forklares normalt som tegn på jævnlige kontakter (fredelige og/eller krigeriske) mellem kulturer, som egentlig er ubeslægtede.

Senest i begyndelsen af Zhou-perioden (ca. 11. årh. f.v.t.), sandsynligvis før, kommer en stærk kulturpåvirkning til de sydkinesiske kulturer fra den nordkinesiske højkultur. Blandt andet begynder de første bronzegenstande at dukke op i Sydkina. Etno-arkæologer har skrevet en del om de ændringer, der kan ske i et primitivt samfund, når det kommer i kontakt med en højkultur; en interessant og provokativ diskussion gives f.eks. af Morton H. Fried (1983). Arkæologien i Sydkina er endnu ikke kommet så langt, at det er muligt at sige meget om, hvordan de sydkinesiske kulturer er blevet påvirket af kontakten med Nordkina, men der er ingen grund til at tvivle på, at der er sket store ændringer i samfundsstrukturen. Alene indføringen af bronzeteknikken må have haft stor betydning.

Samtidig med, at indføringen af bronzeteknikken formodentlig har været årsag til betydelige sociale ændringer i de sydkinesiske kulturer, kan man også se, at man i Sydkina har udviklet bronzeteknikken i nye retninger. De tidligste bronzegenstande, som er fundet i Sydkina, er importvarer fra Nordkina. Senere finder man lokale efterligninger af disse, og derefter kommer en udvikling i nye retninger. Det er kunsthistorikerne, som har været mest opmærksomme på denne udvikling (f.eks. Kane 1975), men nye

tekniske opfindelser kommer også frem: ét eksempel blandt mange er *circa perdue* metoden til formning af komplicerede støbeemner (Barnard 1987).

Fra skriftlige kilder ved vi ikke særlig meget om, hvad der foregik i Syd-kina i Shang- og Zhou-perioderne; det lidt, som vi ved, er skrevet ud fra et nordkinesisk synspunkt og handler om "barbarer". De sydkinesiske kulturer, som vi ved mest om, er staterne Wu og Chu. Chu, med centrum i den moderne provins Hubei, ses gennem kilderne som en i bund og grund "kinesisk" kultur, dog med tydelige "barbariske" træk. Noget lignende ses i arkæologien, f.eks. i de sidste ti års udgravninger ved Chu-hovedstaden i Jiangling, Hubei (Höllmann 1986; Wagner 1987b: 136–142). Kunsten udskiller sig meget fra den nordkinesiske, men gravskikken, som man normalt regner for en meget følsom indikator for kulturelt slægtskab, er stort set den samme som i Nordkina. Dog er der den interessante forskel, at mange flere grave bliver fundet. Omkring hovedstaden alene viser de første arkæologiske kortlægninger, at der findes mindst tyve Chu gravpladser, hver med mindst 2.000 grave. Dette synes at være betydeligt flere end man kender fra samme periode (ca. 700–278 f.v.t.) i *hele* Nordkina. En nærliggende tanke er, at det store antal grave indikerer et mere egalitært samfund, hvor en større del af befolkningen har råd til en ordentlig begravelse.

I modsætning til Chu ses staten Wu i kilderne som en helt igennem barbarisk kultur, dog med en fyrsteslæggt, der stammer fra Taibo, bror til Kong Wen af Zhou (Chavannes 1901, 4: 1–5). Historien om Taibo hører sammen med en hel række andre historier om flygtninge fra de nordkinesiske stater, som bragte kulturen og teknologien til barbarerne i Wu. Det er indlysende, at disse historier har deres oprindelse i et behov for at forklare, hvordan disse barbarer ca. 500 f.v.t. pludseligt kunne blive så stærke, at de blev en alvorlig trussel for de nordkinesiske stater. Uden tvivl er det rigtigt, at optagelsen af visse elementer af den nordkinesiske kultur, især

bronzeteknikken, var en medvirkende faktor i Wu's opkomst, men de specifikke historier må henregnes til den rene fiktion.

Arkæologien i Wu-området viser på samme måde som de skriftlige kilder en kultur, som er væsensforskellig fra de nordkinesiske kulturer. Blandt andet er gravskikken helt anderledes, med "gravhøje", der overfladisk set ligner de skandinaviske. Med undtagelse af bronzeteknikken er det svært at få øje på klare kulturpåvirkninger fra Nordkina. Der er kinesiske indskrifter på nogle af bronzegenstandene, men man ved ikke, om skriften blev brugt til noget udover ceremonielle indskrifter.

I både det skriftlige og det arkæologiske materiale er der tegn på, at bronzeteknikken har indtaget en særlig plads i Wu-samfundet. Nordkinesiske kilder nævner som noget særligt ved Wu-regionen, at alle mennesker kan arbejde med bronze (Biot 1851, 2: 459-461). I den lokale folkløse, som blev skrevet ned i det 1. årh. e.v.t., er der meget, der peger i samme retning (se f.eks. Schüssler 1966: 97-106; Eichhorn 1969: 31-33; Lanciotti 1955: 107-108). Fund i mange Wu-grave af rå kobberbarrer og bronzeskrot peger måske også i denne retning. Specielt vigtigt er det, at man her har brugt bronze til landbrugsredskaber.

I Nordkina i Shang- og Zhou-perioderne har man brugt bronze næsten udelukkende til våben og til symbolske genstande (f.eks. offerkar). Redskaber af bronze er forholdsvis sjældne (*Shang Zhou* 1979: 37-40). Bronzeproduktionen synes at have været koncentreret i nogle få meget store enheder. I modsætning hertil synes man i Wu at have haft mange små produktionsenheder, ja det er faktisk muligt at forestille sig, at bronzeproduktionen var en bibeskæftigelse for bønderne mere end et specialiseret erhverv. Ved siden af våben og symbolske genstande har man også produceret landbrugsredskaber såsom hakker, skovle, spader og segle i stort tal.



Hvis det virkelig var i Wu, at man først begyndte at bruge jern i Kina, må man prøve at finde årsagerne til, at det netop var her og ikke et andet sted. En særlig egenskab ved Wu-kulturen er, at man her har brugt bronze til landbrugsredskaber. Efter min mening kan man i dette finde en vigtig årsag til, at man netop her begyndte at bruge jern.

Det er en meget almindelig iagttagelse i forhistorisk arkæologi generelt, at jern i begyndelsen er bronze underlegent og først tages i brug, når ændringer i enten udbud eller efterspørgsel gør det umuligt at fortsætte med bronze alene (se f.eks. Maddin et al. 1977). I Vesten hænger dette sammen med, at rent smedejern ikke er hårdere eller stærkere end bronze, og er mere besværligt at arbejde med. Det var først, da man lærte at lave stål, at det blev et bedre materiale end bronze til de fleste praktiske formål.

Som nævnt ovenfor synes det at have været hvidt støbejern, som man først kendte til i Kina. Det er så svært at støbe rent og fejlfrit, at det sjældent er blevet brugt til dekorative eller symbolske genstande. Det er også for hårdt og sprødt til gode våben, og i krig er det et naturligt krav, at våbnene skal være mindst lige så gode som modpartens, koste hvad det vil. Til de fleste landbrugsredskaber er hvidt støbejern sikkert ikke nær så godt som bronze, men det er meget billigere, og betydeligt bedre end træ eller sten. Dertil kommer, at kobbermalm i Wu-området kun findes i små spredte forekomster, og da altid i forbindelse med meget større jernmalmsforekomster (Shan Shumo et al. 1980: 19). Det vil derfor være mere sandsynligt her end f.eks. ved Tonglūshan, at en mangelsituation opstår og gøre det nødvendigt, at begynde at bruge jern som erstatning for bronze.

Mere spekulativt kan man tilføje, at de små, spredte, og ikke-specialiserede enheder, som synes at have været karakteristiske for bronzeproduktionen i Wu, kan have fremmet *en anden form for teknisk kreativitet*, end den, som man ville forvente ved de store specialiserede kobberværker som

det, der er udgravet ved Tonglūshan. Ved Tonglūshan har opgaven været produktion af kobberbarrer, som blev sendt et andet sted hen, hvor kobberet blev legeret med tin og bly (endnu andre steder fra) og støbt som de ønskede slutprodukter. Det er på store kobberværker som dette, at man har udviklet de store og effektive kobberudvindingsovne, som er omtalt ovenfor, således at en storproduktion blev så effektiv som muligt. I de små produktionsenheder i Wu kan man forestille sig, at den egentlige opgave var at producere de færdige ting, som der var brug for, f.eks. landbrugsredskaber. Her har man lettere kunnet få den idé, at det uønskede biprodukt jern kunne bruges som erstatning for bronze til visse formål.

I en centraliseret nordkinesisk højkultur har man udviklet de store kobberudvindingsovne, og en sådan udvikling kunne ikke have fundet sted i den mere primitive Wu-kultur. Men når man i Wu havde overtaget denne avancerede teknik, kunne man her udvikle en *jern*udvindingsteknik, som man ikke havde kunnet finde på i Nordkina. Vi ser her et smukt eksempel på et samspil mellem høj- og barbarkultur i den tekniske udvikling, og kan måske også skimte én af årsagerne til, at man har brugt støbejern i Kina næsten 2000 år før man har brugt det i Vesten.

•

De tidligste ikke-meteoritiske jerngenstande, som indtil nu er fundet i Kina, er en smedejernsstang og en støbejernskugle fra Wu-området. Disse dateres til ca. 500 f.v.t.; mere forsigtigt kunne man datere dem til første halvdel af det 5. årh. f.v.t. Den videnskabelige arkæologi i Wu-området er meget nyere end i Nordkina, og for bare ti år siden kom alt, hvad man vidste om Wu, fra ekstremt upålidelige skriftlige kilder.⁵ De videnskabelige udgravninger er nu i fuld sving, men arkæologerne arbejder i skarp kon-

⁵Den historie, som kan udledes af disse kilder, fortælles i Pfizmaier 1857 og Tschepe 1896.

kurrence med landbrugets modernisering. Wu-gravhøjene bliver i disse år sløjftet i hundredetal, og bønderne kalder først arkæologerne ind, når de finder noget, som de selv mener bør undersøges. Det kan ikke forventes, at andre end arkæologer vil kunne forstå betydningen af en stærkt korroderet jerngenstand, som mere ligner en sten end noget menneskeskabt (Wagner 1987b: 147–149). Det er endnu ikke muligt at konfrontere den hypotese, som er skitseret ovenfor, med et tilfredsstillende arkæologisk materiale. Der synes på den anden side ikke at være publiceret noget materiale, der afgørende taler imod hypotesen.

Udgravninger i Chu-hovedstaden viser forholdsvis tydeligt, at jern først blev brugt her i begyndelsen af det 4. årh. f.v.t. (Wagner 1987b: 142–147). En del jernredskaber fundet i Tonglūshan-kobberminen dateres tentativt til det 4. årh. f.v.t., men de metallurger, som har undersøgt redskaberne, anfører en meget god grund til at mene, at de ikke blev produceret lokalt (overs. Wagner 1985a: 718–719). Den lokale jernmalm indeholder så meget kobber, at man må regne med i hvert fald 0,5% kobber i alt jern, der produceres her med en før-moderne udvindingsteknik. Men redskaberne indeholder kun 0,01–0,05% kobber, i et enkelt tilfælde 0,17%. Derfor må de være produceret et andet sted. Udfra skriftlige kilder mener man, at Tonglūshan-området hørte til staten Chu i denne periode, og derfor kan man måske slutte, at redskaberne blev produceret et sted i Chu.

I Nordkina synes jernet først for alvor at komme i brug så sent som i begyndelsen af det 3. årh. f.v.t., men nu går udviklingen meget hurtigt. Denne udvikling tages op i det følgende.

3. Det tredje århundrede f.v.t.

Det materiale, som blev præsenteret i afsnit 2, synes at indicere, at den tidligste udvikling af jernteknikken i Kina skete i syden – i staten Wu fra i hvert fald begyndelsen af det 5. århundrede f.v.t. (sandsynligvis noget før)

og i staten Chu fra begyndelsen af det 4. århundrede f.v.t. I Nordkina kommer de første sikre tegn på produktion og anvendelse af jern henimod slutningen af det 4. århundrede f.v.t., og nu synes udviklingen pludselig at gå meget stærkt. Omkring begyndelsen af det 3. århundrede f.v.t. er redskaber og våben af jern blevet helt almindelige dagligdags ting.

Det er også i denne tid, at kildematerialet – både det skriftlige og det arkæologiske – bliver meget mere omfattende, og samtidig har en sådan karakter, at det fordrer særligt kritiske metodeovervejelser (Wagner 1988).

Den tidligste sikre omtale af jern i kinesiske skriftlige kilder er nedskrevet ca. 300 f.v.t., i filosofen Mencius' svar til den konkurrerende filosof Xu Xing fra Chu, hvor der fremgår, at Xu Xing dyrker jorden med redskaber af jern (Egerod 1953: 84–86; Wagner 1988: 174). I dette tilfælde kan det godt være, at det er vigtigt i sammenhængen, at Xu Xing netop var fra Chu, men efter denne tid er der mange passager i de skriftlige kilder, der viser, at jern er almindeligt i dagligdagen.

Det pludselige spring i brugen af jern kan også iagttages i det arkæologiske materiale, men det ses bedst, når man har gennemtænkt et par metodespørgsmål. Det største problem er, at arkæologisk materiale fra denne periode normalt er meget svært at datere. De fleste relevante jerngenstande er ikke mere præcist daterede end til Zhanguo perioden (5.–3. årh. f.v.t.) og kan derfor ikke bruges i en sammenligning mellem det 3. og det 4. århundrede f.v.t. Selv når arkæologerne giver en mere præcis datering, kan der tit være grund til at være forsigtig med den, som den ovenfor nævnte sag med Changsha-gravene viser. Dertil kommer, at næsten alle jerngenstandene er fundet i grave; man kan ikke gå ud fra, at de ting, som blev valgt til nedlæggelse i graven hos den døde, afspejler de levendes materielle kultur på nogen direkte eller enkel måde.

En nyttig undtagelse er en massegrav for ca. 30 faldne soldater, der er blevet udgravet ved hovedstaden i staten Yan i Yixian, Hebei (Wagner 1988:

175–176; jfr. 1985a: 849–853). En temmelig præcis og pålidelig datering til de første tiår af det 3. århundrede f.v.t. muliggøres af 1360 mønter, der blev fundet i graven. Soldaterne blev begravet med deres udrustning, og det viser sig, at stort set alle deres våben var af jern. Et antal løsdele har været af bronze, men her drejer det sig enten om dele, hvis mekaniske egenskaber er uvæsentlige, f.eks. dupsko til spydskafter, eller dele, som skal støbes meget præcist, f.eks. lukkemekanismer til armbrøster.

Materialet fra denne grav viser med stor sikkerhed, at jern i begyndelsen af det 3. århundrede f.v.t., i staten Yan, næsten fuldstændig har erstattet bronze i de anvendelser, hvor det faktisk er et bedre materiale. Det siger ikke særligt meget om, hvad situationen var i resten af Kina, og heller ikke noget om, hvornår denne overgang fandt sted. Graven er enestående; desværre er der ikke publiceret data fra sammenlignelige grave fra andre tider eller andre steder i Kina.

Jeg har foreslået (1988: 177–178), at det bedste tilgængelige materiale til udforskning af denne type spørgsmål om udvikling i materielkulturen er det, som er blevet tilvejebragt ved udgravninger (oftest nødudgravninger i forbindelse med anlægsarbejder) af store gravpladser forskellige steder i Kina. Udgraverne giver normalt en relativ periodisering af gravene samt en absolut datering af perioderne. Udfra mit eget studium af en hel del materiale af denne slags har jeg konkluderet, at den relative periodisering plejer at være pålidelig, mens den absolutte datering skal omgås meget mere varsomt. Indenfor hver periode skal man undersøge de fundne genstande komparativt; f.eks. skal antallet af jernsværd sammenlignes med antallet af bronzesværd for den samme periode. Mit første forsøg på at bruge denne type materiale (1988: 177–178, jfr. "postscript" s. 192) benyttede udgravninger i Huixian, Henan; Luoyang, Henan; og Changsha, Hunan. Konklusionerne er her noget diffuse, og jeg har også vist i en senere artikel

(som nåede at blive trykt først), at den gængse periodisering af Changsha-gravene er fuldstændig forkert og ubrugelig (Wagner 1987b).

Et senere forsøg på at undersøge brugen af jern i samme periode, som endnu ikke er færdig til udgivelse, omfatter et større materiale og viser mere klart, at et stort spring i anvendelsen af jern fandt sted, sandsynligvis i begyndelsen af det 3. århundrede f.v.t. Et interessant fænomen, der kommer frem i denne undersøgelse, og som har stor betydning for metodeovervejelserne, kan nævnes her.

I 558 grave udgravet ved Chu-hovedstaden i Jiangling, Hubei, dateret i seks perioder fra det 7. århundrede til 278 f.v.t. (Jiangling 1984; jfr. Wagner 1987b: 136–146) har man fundet våben i ca. 40% af gravene fra alle perioder; dette tyder på, at næsten hver eneste mand fik et våben med i graven. Våbnene omfatter sværd, hellebarder, spyd, pilespidser, og mange andre typer. De fleste er af bronze, men nogle er af tin eller træ – disse sidste var selvfølgelig atrapper, ikke brugbare våben. De eneste våben af jern er nogle få armbrøstpille med jernskaft og bronzespids. Af jern finder man nogle redskaber og nogle dekorative genstande, men altså ingen våben af betydning. Når man har fundet våben i så mange grave, er man næsten nødt til at konkludere, at jern, selvom det blev brugt meget tidligt i Chu, stort set ikke blev brugt til våben her, før Chu blev erobret af Qin i 278 f.v.t.

Chu-gravene i Jiangling kan sammenlignes med 206 grave fra tre udgravninger i nærheden af de to Qin-hovedstæder i Fengxiang og Xianyang, Shaanxi (Jin Xueshan 1957; Wu Zhenfeng & Shang Zhiru 1981; Sun Derun 1982). Disse dateres i fem perioder fra det 6. århundrede indtil 206 f.v.t. *Næsten ingen våben* blev fundet i disse grave, og derfor er det umuligt ud fra dette materiale at sige, hvorvidt jern blev brugt til våben i Qin. Det kan dog nævnes, at de jerngenstande, som blev fundet i Qin-gravene (bl.a. bæltkroge og graveredskaber), omfatter både smedjern og støbejern, mens man kun finder støbejern i Chu-gravene. Smedjern egner sig meget bedre

til de fleste våbentyper end støbejern, og f.eks. i den ovenfor beskrevne Yan-grav er alle jernvåben af smedejern (Wagner 1985a: 849–853); derfor kan dette forhold tages som et indicium for, at man i Qin har brugt jern til våben.

Min gennemgang af hvad de skriftlige kilder kan fortælle om jernindustrien i det 3. århundrede f.v.t. (Wagner 1988: 178–186) er en detaljeret øvelse i kildekritik. Det følgende er mere en spekulativ overbygning til dette end et egentligt referat.

Zhanguo-periodens historie er domineret af historien om Qin's opkomst fra en ubetydelig stat i det kinesiske kulturområdes vestlige udkant til hele Kinas erobrer 220 f.v.t. Der har været mange forsøg på at forklare, hvordan Qin-erobringen har været mulig. Blandt hypoteserne er, at Qin var særlig stærk i fabrikation af jernvåben; men forsøg på at bekræfte hypotesen ud fra arkæologisk materiale har slået fejl (se især Keightley 1976; Trousdale 1977; Barnard 1979). Jeg har nævnt ovenfor, at man i Qin næsten aldrig har lagt våben af nogen art i grave; derfor er det ikke sært, at man ikke i det arkæologiske materiale finder noget tegn på en overlegenhed i våbenteknologi. Her må man ty til de skriftlige kilder. —Og samtidig må man forlade den snævre teknologiske determinisme til fordel for et bredere syn på teknikken i dens organisatoriske sammenhæng.

Ifølge de skriftlige kilder synes jernindustrien at have været særlig stærk i Chu-området, men dette gælder især efter, at området blev erobret af Qin. Filosofen Xunzi omtaler fine stålvåben, som Chu allerede før 300 f.v.t. skulle have været kendt for (Wagner 1988: 174), men dette er i strid med det arkæologiske materiale, som synes at vise, at man i Chu kun brugte støbejern, ikke smedejern eller stål, og at man stort set ikke brugte jern af nogen art til våben. Denne modsætning forsvinder når man noterer sig, at Xun xi's tekst blev skrevet i 259 eller 258 f.v.t. (Knoblock 1983), tyve år

efter Qin-erobringen. Der er mange kilder, der viser, at Qin gjorde meget ud af industriudviklingen i de erobrede områder. Kyndige industrifolk blev tvangsforflyttet til steder, hvor de rigeste naturressourcer fandtes, og her gik udviklingen meget hurtigt. Formentlig har jernindustrien i Chu-området været meget stærk i Xun zi's egen tid, og han har ikke kunnet tro andet, end at sådan har det altid været.

Umiddelbart kunne en tiltrækkende hypotese være, at det var i Qin, at jernvåben først blev anvendt, og at teknikken blev spredt til andre stater efterhånden som disse blev erobret af Qin. Stålvåbnene i massegraven i Yan, omtalt ovenfor, gør denne hypotese uantagelig. Yan blev først erobret i 226 f.v.t., og det synes at være umuligt at rokke ved dateringen af massegraven til de første tiår efter 300 f.v.t. Det er mere sandsynligt, at stålvåben var i brug i hele Nordkina allerede ca. 300 f.v.t. Chu havde den store kobbermine ved Tonglüshan (omtalt ovenfor og i Wagner 1986) og flere andre kobberminer; forsyningen med bronze var aldrig truet, og her følte man sandsynligvis aldrig behov for andre våben end bronzevåben. Chu var da også Qin's første store erobring, og denne ene erobring kan udmærket have skyldtes en rent teknisk overlegenhed, stålvåben overfor bronzevåben. I Nordkina har Qin ikke nødvendigvis været overlegen i våbensmedsteknikken, men måske i industriorganisation. Sammenligningen mellem Kinas forening under Qin og Tysklands forening under Preussen (Wagner 1988: 181–182) indgiver en formodning om, at det var Qin's ideologi sammen med dets praktiske politik: svækkelse af adelen, styrkelse af det centrale bureaukrati, og fremmelse af storindustrien, der gjorde Qin's erobring af Kina mulig.

En smed er en smed, og hans teknik er hans egen. Der findes til enhver tid og alle steder både dygtige smede og uduelige smede, og det er næsten meningsløst at tale om en sammenligning mellem smedeteknikken i Qin og den i andre nordkinesiske stater. Mere interessant i denne forbindelse er

smedens råmateriale: ved brug af en avanceret teknik (højovn + friskherd, se afsnit 4) er det muligt at masseproducere jern, der både er billigere og bedre end det, som en smed kunne producere lokalt til egen brug (i en lille "luppeovn"). Den mere avancerede teknik kræver dog, at produktionen foregår i stor skala. Derfor kræver den en stor investering, et stort marked for produktionen, sikre transport- og markedsforhold og en stor og pålidelig arbejdsstyrke. Alt dette har sikkert været nemmere under Qin's centralistiske styre end i de mere "feudale" stater. Det er ikke nødvendigvis sådan, at Qin har introduceret en radikalt ny produktionsteknik (selvom dette er en mulighed); der er mere sandsynligt, at man fra begyndelsen brugte stort set samme teknik overalt i Nordkina, og at afhængigheden af denne teknik gjorde, at Qin's politiske system var mere effektivt end andre. Havde man i hele Nordkina, inklusiv Qin, brugt en anden teknik til primærproduktion af jern, kan det tænkes, at et andet politisk system måske havde været det mest effektive.

•

Hvad angår jernindustriens struktur i Kina i det 3. århundrede f.v.t. har jeg fremsat den hypotese, at den har bestået af enheder, der ligner de svenske "jærnbruk" og amerikanske "iron plantations" i det 17. og 18. århundrede e.v.t. (Wagner 1988: 182). Et jærnbruk eller iron plantation var et isoleret og stort set selvforsynende samfund på måske et par tusinde mennesker, der levede midt i et stort skovområde, og hvis økonomiske aktiviteter var centreret om jernproduktionen: skovdrift, kulsvindning, malmsamling eller minedrift, højovnsdrift, osv. Deres isolation var en naturlig følge af deres teknologi, som brugte en højovn med trækul som brændsel. Højovnens økonomiske effektivitet stiger med stigende produktion, og en stor produktion kræver et stort forbrug af trækul, således at skoven, ikke malmen, har været jernværkets vigtigste ressource. I lande som Sverige og i de amerikanske kolonier, hvor der var store skove og

dårlige transportforhold, var det naturligt at anbringe jernværkerne dér, hvor der var mindst mulig konkurrence fra andre træforbrugende erhverv.

Järnbruk'enes isolation og deres centrering om én meget tung og kapitalkrævende industri gav disse samfund en særlig karakter, som bl.a. har efterladt sig spor i den svenske fortællertradition. Carl Larsson i *By* (1915–18) og Johan-Olov Johansson (1934) har genfortalt nogle af de særlige "bergsmanshistorier" fra Dalarna og Värmland, og i Selma Lagerlöfs *Gösta Berlings saga* har et järnbruk en central placering. —Niels Holgersen besøgte et järnbruk i selskab med en bjørn, der fortalte ham om de økologiske konsekvenser, som overgangen fra det klassiske järnbruksliv til moderne industriproduktion havde medført.

Den amerikanske iron plantation Hopewell Furnace, Pennsylvania er nu bevaret som friluftsmuseum – dog med navnet ændret til Hopewell Village for ikke at forvirre turisterne – og livet i landsbyen er fremragende beskrevet af Joseph E. Walker (1966).

Et stednavn, som enhver amerikaner kender, er Valley Forge, hvor George Washington overvintrede med sin hær i 1777–78; men de fleste tror, at det er navnet på en dal. Valley Forge var faktisk en halvstor landsby, hvis mest iøjnefaldende kendemærke var en stor vanddrevet hammer. På svensk kunne den have heddet Dalhammar.

Vi ser et eksempel på vekselvirkningen mellem teknik og kultur i den svenske økonomisk historiker Eli F. Heckscher's beskrivelse af järnbruk'enes udvikling (1957: 116):

I organisatoriskt hänseende fick den svenska järnhandteringen under denna period [det 17. årh.] den form som senare har blivit den klassiska. Detta innebar uppkomsten av "bruk", anläggningar som krävde efter tidens förhållanden stora kapital och stodo under ledning av "ståndspersoner", brukspatroner. Socialt innebar detta upphovet till den första överklassen med värdslik bildning vid sidan av adeln och var därför ur allmän kulturell synpunkt en mycket stor förändring; en

av den svenska järnhanteringens bästa kännare har sagt att ingen privat titel i Sverige någonsin har åtnjutit så stor anseende som namnet brukspatron. De gamla bergsmännen, som i motsats till brukspatronerna räknades till allmogen, begränsades därefter nästan fullständigt till järnhanteringens första stadier, gruvsdrift och masugnsdrift [højovnsdrift], samt fingo ej ens behålla den senare av dessa helt och hållet för egen räkning, därför at det innebar uppenbara fördelar för bruken med egna masugnar – de nya, murade masugnarna brukade kallas för brukspatronsugnar.

Brukspatronernes særlige plads i svensk socialhistorie som den første ikke-adelige overklasse leder tankerne hen på de kinesiske jernværksejere i det 3. århundrede f.v.t.; de beskrives flere gange i kilderne som opkomlinge, der tilranede sig adelens privilegier (Wagner 1988: 179–180).⁶

4. Den tekniske fortolkning af det arkæologiske materiale

Efterhånden er der kommet ret mange arkæologiske undersøgelser i Kina, der direkte fortæller noget om oldtidens jernteknologi. Materialet kan groft opdeles i to typer: (1) udgravninger og undersøgelser af datidens jernværker og deres installationer; (2) mikroskopiske undersøgelser af jerngenstandenes struktur. Jeg har publiceret en del oversættelser af begge typer undersøgelser (1985a). Det ses her, at der nu findes arkæologisk mate-

⁶ I denne forbindelse skal man selvfølgelig tage den særlige plads, som jernproduktionen havde i Sverige i denne tid, i betragtning: jern udgjorde ca. 50% af Sveriges eksport (kobber udgjorde andre ca. 30%); Sverige dækkede 40% af Englands jernforbrug, og sikkert en endnu større del af jernforbruget i resten af Europa (jfr. Heckscher 1957: 110–111). I oldtidens Kina kan jernindustrien tænkes at have haft en plads af lignende betydning, ikke på grund af eksport men fordi der var et så stort behov for redskaber af jern i en agrarbefolkning på måske 50.000.000.

riale til belysning af de vigtigste tekniske spørgsmål omkring jernproduktionen i oldtidens Kina.⁷

Den kritiske brug af dette materiale kræver selvfølgelig en hel del teoretisk viden.⁸ Men metallurgi er alligevel en så empirisk videnskab, at der også er behov for et empirisk materiale, der mere direkte belyser oldtidens teknik. I den fortolkning af det arkæologiske materiale, som er forsøgt i flere af mine publikationer, indgår både rent teoretiske overvejelser, sammenligninger med moderne og gamle vestlige teknikker, empiriske resultater fra laboratorieforsøg og studier over den traditionelle kinesiske jernindustri, som den har kunnet observeres i det 20. århundrede.

•

Studiet af mikrostrukturer viser, at mange støbejernsredskaber fra den kinesiske oldtid er blevet varmebehandlet for at forbedre deres mekaniske egenskaber. De er derfor hvad man på dansk kalder *tempergods*;⁹ processen er forklaret i Wagner 1987a: 10–13. I en enkelt genstand (et hakkeblad fra Tonglüshan) er mikrostrukturen tilstrækkeligt simpel til, at det har været muligt at foretage en rent teoretisk beregning af varmebehand-

⁷ De ti artikler, der er oversat i Wagner 1985a, er ikke mit valg af de væsentligste publikationer om emnet. Oversættelserne blev skrevet til en samling (Dien et al. 1985), som fra starten var begrænset til artikler publiceret i tidsskrifterne *Wenwu* og *Kaogu* i årene 1972–81. De to vigtigste oversigtsartikler er Li Zhong 1975 og KGXB 1978.1: 1–24; disse er desværre aldrig blevet oversat.

⁸ Her skal jeg sende en varm tak til lektor, dr.scient. V. F. Buchwald, som i 1981 har tilladt mig at deltage i sin undervisning og øvelser ved Institut for Metallære, Danmarks Tekniske Højskole, og siden har været konstant behjælpelig med råd og vejledning.

⁹ Tysk *Temperguss*, engelsk *malleable cast iron*, svensk oftest *aducergods*. Et par ældre danske betegnelser er *hammerbart støbejern*, *smedeligt støbejern*, og *blødstøbegods*.

lingsbetingelserne for den (Wagner 1989: 15–20, 52–64). Ifølge beregningen kan denne struktur opnås ved at varmebehandle genstanden ved 750°C i 12 døgn. Dette er et interessant resultat, men det siger ikke så meget, som det ser ud til. Det er utænkeligt, at varmebehandlingstemperaturen har kunnet holdes ved præcist 750°C i denne lange tid; det er svært nok i en moderne elektrisk ovn. Man må regne med et temperaturudsving på mindst 50°C, sandsynligvis meget mere. Derfor siger resultatet højst, at temperaturen har været lav (i forhold til moderne varmebehandlingspraksis) og tiden forholdsvis lang, "mange døgn".

•

Den udregning var kun mulig, fordi mikrostrukturen i hakkebladet ikke indeholdt grafit. I de fleste oldkinesiske tempergodsgenstande er der grafit i mikrostrukturen, og man har for lidt teoretisk viden om grafitudfældning i jern-kulstof legeringer. Derfor må man ty til et rent empirisk sammenligningsgrundlag for at fortolke disse mikrostrukturer. I de sidste 50 år er der publiceret et væld af empiriske forsøg, der har til formål at forbedre den moderne teknik for varmebehandlingen af tempergods; de vigtigste resultater er opsummeret i Wagner 1989: 20–29. Disse resultater kan være nyttige, når man undersøger det oldkinesiske tempergods, men nytten er begrænset af, at de næsten udelukkende handler om legeringer, som bruges i den moderne industriproduktion. De oldkinesiske legeringer er i flere henseender forskellige fra de moderne (Wagner 1989: 28–29); den største forskel er, at moderne støbejernslegeringer normalt indeholder mindst 1% silicium, mens de oldkinesiske legeringer sjældent indeholder mere end 0,2%. Dette er faktisk en enorm forskel.

Det er derfor nødvendigt at supplere den moderne tekniske litteratur om tempergodsproduktion med laboratorieforsøg, der direkte belyser varmebehandlingen af legeringer, der ligner de oldkinesiske. Med velvillig hjælp fra Institut for Metallære, Danmarks Tekniske Højskole, har jeg lavet flere

serier forsøg af denne art. De første af disse er beskrevet i Wagner 1989: 29–51.

Et af de spørgsmål, der presser på i studiet af det oldkinesiske tempergodts, er den "sfærolitiske" tempergrafit, som tit observeres i genstandenes mikrostruktur (Wagner 1989: 22; Guan Hongye & Hua Jueming 1983; Parkes 1983). Udfra den moderne empiriske viden kan man ikke forklare, hvordan det er muligt at producere denne grafitmorfologi ved varmebehandling af støbejernsgenstande med den kemiske komposition, som disse genstande har.

Jeg kom til dette spørgsmål med den hypotese, at svaret måtte have noget at gøre med tre særlige kendetegn ved de oldkinesiske tempergodts-genstande: (1) jernet har meget lavt siliciumindhold; (2) genstandene er støbt meget tyndt; (3) de er sandsynligvis støbt i kokiller, dvs. støbeforme, der selv er lavet af støbejern. De første forsøg (Wagner 1989: 44–51) syntes at pege i retning af, at hypotesen kunne være korrekt. Senere forsøg (som endnu ikke er gjort klar til publikation) viser mere klart, at grafitmorfologien tenderer mere mod det sfærolitiske, jo tyndere godset er. Effekten forsvinder ved siliciumindhold højere end ca. 0,5%, og det synes at være derfor, at den ikke er blevet observeret i den moderne industriforskning.

•

Med hensyn til oldtidens jernproduktionsovne kommer det ældste arkæologiske materiale, som i øjeblikket er tilgængeligt, fra udgravninger af store jernværker fra Han-perioden (se f.eks. Wagner 1985a: 1040–1065; 1985b: 45–48). Disse er alle fra den tid (117 f.v.t. – ca. 2. årh. e.v.t.), da den kinesiske jernindustri var et statsmonopol; det er muligvis derfor, at værkerne synes at være meget ens. Materialet er ikke helt velegnet til belysning af de tekniske forhold i jernproduktionen før statsmonopolets indførelse i 117 f.v.t.

I disse værker blev råjern produceret med trækul som brændsel i store højovne, typisk 3–4 m høje og med en produktion på et par hundrede tons pr. år (Wagner 1988: 185–186). Noget af råjernet blev omsmeltet i andre ovne ("kupolovne", se Wagner 1987a: 1–3) og støbt som redskaber og andre støbejernsgenstande. Vi ved fra mikrostrukturundersøgelser, som ovenfor nævnt, at mange støbejernsgenstande derefter blev varmebehandlet for at forbedre deres mekaniske egenskaber. På de oldkinesiske jernværker har man fundet flere ovne, som ligner keramikovne; disse kan have været brugt til brænding af støbeforme af ler, men de kunne også bruges til varmebehandling af støbejernsgenstande.

Råjern fra en højovn har et højt kulstofindhold (typisk 4%); dette gør, at det kan støbes men ikke smedes. I Han-jernværkerne har man "frisket" råjernet, dvs. brændt kulstoffet ud af det, i små "friskherd".¹⁰ Produktet fra disse var barrier af smedejern eller mildt stål med ca. 0 – 0,3% kulstof.

Til den tekniske belysning af disse installationer – højovn, kupolovn, friskherd – kan det tænkes, at kinesiske forskere en dag vil gøre rekonstruktionsforsøg i fuld skala, som der er gjort i forbindelse med oldtidens kobberudvindingsovne (se ovenfor, afsnit 2). Sådanne forsøg er dog meget besværlige og dyre, og kan da også kun være til nytte, hvis de er gjort på basis af en stor baggrundsviden og præcist udformede hypoteser. Man kan i første omgang komme forholdsvis langt gennem studiet af de traditionelle jernproduktionsteknikker, som er blevet brugt i Kina i det 20. århundrede.

¹⁰ Wagner 1984: 101–102; 1985b: 60–84. Jeg har i publikationerne desværre brugt tre forskellige engelske betegnelser for denne type ovn. *Fining hearth* (eller *finery*) er vistnok mest korrekt; andre betegnelser er *converting hearth* og *refining furnace*. Friskherden er aldrig blevet brugt i Danmark, og der synes ikke at findes en standardbetegnelse for den på dansk; jeg fordanser her den svenske betegnelse *färskningshård*, som synes at være en blanding af engelsk *fining hearth* og tysk *Frischfeuer*.

Jeg har i to publikationer (1984; 1985b) gjort et første forsøg på at skabe et overblik over disse. (Sammenligningen med det arkæologiske materiale ses i 1985b: 45–48; 70–79.)

Én type kilde til de traditionelle jernproduktionsteknikker er øjenvidneberetninger publiceret af moderne vesterlandske og kinesiske teknikere, som har opfattet de gamle teknikker som kuriosa, der kunne være interessante for andre teknikere at læse om. Det har især været geologer i den kinesiske stats tjeneste, der har skrevet disse beretninger: for i modsætning til købmænd, industrikonsulenter, journalister og missionærer kommer geologer i embeds medfør overalt, også i tyndt befolkede bjergegne med dårlige transportforhold. Det er i sådanne egne, at konkurrencen fra den moderne industriproduktion er mindst, og brugen af traditionelle teknikker af alle slags (ikke kun jernproduktionsteknikker) fortsætter længst.

En anden vigtig kildetype er tekniske beskrivelser, som blev publiceret i forbindelse med Det Store Spring Fremad, 1958–60. I dette forsøg på at komme ud over begrænsningerne for Kinas industriudvikling ved én stor kraftanstrengelse spillede de traditionelle jernproduktionsteknikker en stor rolle. Der blev publiceret flere hundrede tekniske studier af teknikkerne; disse synes tit at være præget af ønsketænkning, men læst med lidt kritisk sans kan de være meget gode kilder.

•

Et vigtigt metodeproblem (strejft i Wagner 1984: 103–104) er, i hvor høj grad de traditionelle teknikker, som man har kunnet observere dem i det 20. århundrede, afspejler de teknikker, som blev brugt for nogle århundreder siden. Man ved, at konkurrencen med den moderne industri har gjort, at den traditionelle industri er blevet meget mindre, med færre enheder og en mindre produktion; men påvirkningen har ikke været ens overalt. Konkurrencen har ramt hårdest netop der, hvor man har brugt en teknisk sofistikeret og kapitalkrævende teknik. Faldet i prisen på jern som

følge af konkurrencen har betydet et fald i arbejdslønnen og i kapitalens forrentning. Mange arbejdere har forladt den traditionelle jernindustri, og kapitalens flugt er gået endnu hurtigere; industrien har derfor holdt sig bedst i fattige og isolerede egne, hvor jernarbejderne ikke har haft andre alternativer og teknikken har været arbejdsintensiv og ikke kapitalkrævende. Vi mangler derfor en sikker teknisk viden om de mest avancerede kinesiske teknikker; de var allerede væk, før de kunne blive set af moderne teknikere.

Et interessant eksempel kan ses i udviklingen i provinsen Guangdong fra det 17. til det 19. århundrede (Hirth 1890; T.I.B. 1884; Li Longqian 1981; Cao Tengfei & Li Caiyao 1985). Udfra skriftlige kilder ved vi, at der her var to meget distinkte sektorer i jernindustrien. Små jernværker, der producerede til de lokale behov, fandtes i landsbyerne overalt. Desuden var der nogle kæmpestore jernværker i bjergene. Det råjern, der blev produceret i disse, blev transporteret ad Guangdong's store floder til industribyen Foshan. Her blev der produceret jernprodukter af høj kvalitet, som blev solgt langs Kinas kyst og overalt i Sydøstasien.

Midt i det 19. århundrede var der stadig nogle af de små jernværker i produktion (se f.eks. Wagner 1984: 98, 100, figs. 6, 13), men de store værker synes at være fuldstændig holdt op. I Foshan brugte man meget importeret jern (T.I.B. 1884), sandsynligvis suppleret med jern fra de små værker. Grunden til, at de store værker ophørte med deres produktion, var ikke, at de ikke kunne konkurrere; men den lavere pris på jern i det 18. og især det 19. århundrede betød en lavere forrentning for kapitalen samtidig med, at udlandshandelen bragte nye investeringsmuligheder (f.eks. i the- og opiumshandelen) der gav en meget højere forrentning for kapitalen.

Ovenstående metodeovervejelser kan også være vigtige i forbindelse med vurderingen af Det Store Spring Fremad. Den gængse vurdering blandt

både kinesiske og vesterlandske forskere er, at kampagnen var en total fiasko uden formildende omstændigheder (se f.eks. MacFarquhar 1983). De fleste samtidige rapporter fra Kina, også de vildt begejstrede propagandasrifter, synes at bekræfte denne vurdering når de bliver læst kritisk; der er ikke mange tegn på, at de tusinder af "baggårdsovne" faktisk producerede noget overhovedet. Af de mange fotografier af traditionelle højovne, som man ser i tidens propaganda, er der meget få, der viser dem i produktion. Men ifølge en tale af Zhou Enlai d. 23. august 1959 (citeret NED 1959: 18) blev der faktisk i året 1958 produceret 4,16 millioner tons brugbart råjern i disse primitive ovne (samt 4–5 millioner tons råjern, som var for dårligt til brug i stålproduktionen). Det vil sige, at ca. 30% af årets produktion (ialt 13,69 millioner tons brugbart råjern) blev produceret i disse primitive ovne, der efter de fleste iagttageres mening ikke duede til noget som helst. Var denne statistik bare den sædvanlige propaganda?

Det er mere sandsynligt, at kampagnen til en vis grad har været en succes i de egne af landet, hvor de traditionelle jernproduktionsteknikker endnu ikke var glemt. Hvor man allerede havde en produktion til lokalt behov kunne den udvides; dette var normalt kun tilfældet, hvor transportforholdene var dårlige, og derfor var dette i forvejen dyre jern endnu dyrere, når det var blevet transporteret derhen, hvor det skulle bruges; men det kan tænkes, at dette alligevel var en rationel brug af arbejdskraften i disse fattige egne. Den store fejltagelse lå i, at man prøvede at genoplive de traditionelle teknikker der, hvor de forlængst var glemt, og hvor der sandsynligvis også var bedre ting at bruge arbejdskraften til.

Det er sjældent, at journalister, politikere, diplomater eller turister kommer ud i Kinas rigtig fattige egne. Næsten alle, der har rapporteret om Det Store Spring Fremad, både kinesere og udlændinge, har holdt sig til de steder, hvor det var forholdsvis komfortabelt at rejse og opholde sig. Den eneste undtagelse, som jeg kender til, er den newzealandske journalist Rewi

Alley (1961a; 1961b). Han var (eller er) en ægte fattigdomsromantiker, og han rejste, hvor få andre havde lyst til at rejse. Han havde også sans for et godt billede, og mange af hans fotografier af højovne viser dem i produktion. Han noterer stolt flere gange, at det synes at være de fattige, som er bedst til at producere jern; men det synes ikke at falde ham ind, at der ved siden af de moralske årsager også kan være gode makroøkonomiske årsager til dette.

5. Bibliografi

Alley, Rewi 1961a *China's hinterland – in the leap forward*. Peking: New World Press.

——— 1961b *Together they learnt how to make iron and steel: Some early types of furnaces used in 1958–9, in China*. A book of pictures by —. (Et upubliceret album med 299 fotografier; dette og de fleste af originalnegativerne opbevares af East Asian History of Science Library [Needham Research Institute], Cambridge.)

Barnard, Noel 1979 "Did the swords exist? Some comments on historical disciplines in the study of archaeological data", *EC* 1978/79, 4: 60–65. Cf. Keightley 1976; Trousdale 1977.

——— 1987 "The entry of *cire perdue* investment casting, and certain other metallurgical techniques (mainly metal-working) into South China and their progress northwards", paper to be presented at the Kioloa Conference, N.S.W., *Ancient Chinese and Southeast Asian bronze cultures*, 8–12 February 1988. (Noel Barnard Pre-print no. 15, June 1987.)

BDX = *Beijing Daxue xuebao: Zhexue shehui kexue ban* 北京大学学报 (哲学社会科学版) (Journal of Beijing University: Humanities and social sciences section).

Biot, Édouard (tr.) 1851 *Le Tcheou-li ou Rites des Tcheou*. 3 vols., Paris: Imprimerie Nationale. Facs. repr. Peking: Wen Tien Ko, 1940; Taipei: Ch'eng Wen, 1969.

- Cao Tengfei & Li Caiyao 1985 曹腾骝、李才鑫
广东罗定古冶铁炉遗址调查简报
(Brief report on ancient iron-smelting furnace sites in Luoding County, Guangdong). By Guangdong Provincial Museum 广东省博物馆; written by —. WW 1985.12: 70–74.
- Chang, Kwang-chih 1986 [Zhang Guangzhi 張光直]
The archaeology of ancient China. 4th ed., rev. & enl., New Haven & London: Yale University Press.
——— 1987 中国东南海岸考古与南岛语族起源问题
(“Archaeology in southeastern coastal China and the origin of the Austronesians”), *Nanfang minzu kaogu* 南方民族考古 (“Southern ethnology and archaeology”, Chengdu), 1: 1–14. English summary, p. 14.
- Chavannes, Édouard (tr.) 1895–1905, 1969 *Les mémoires historiques de Se-ma Ts'ien*. Tômes 1–5, Paris: Leroux, t. 1, 1895; t. 2, 1897; t. 3, 1898; t. 4, 1901; t. 5, 1905; repr. Paris: Maisonneuve, 1967. T. 6, ed. and completed by Paul Demiéville, Max Kaltenmark, & Timoteus Pokora, Paris: Maisonneuve, 1969.
- Dien, Albert E. (et al., eds.) 1985 *Chinese archaeological abstracts*, vol. 2–4 (*Monumenta archaeologica*, vol. 9–11), ed. by —, Jeffrey K. Riegel, and Nancy T. Price. 3 vols., Los Angeles: Institute of Archaeology, University of California. Cf. Rudolph 1978.
- EC = *Early China* (Berkeley).
- Egerod, Søren (overs.) 1953 *Mencius' samtaler og sentenser*. København: Nyt Nordisk Forlag.
——— 1984 *Østasiatiske sprog: Forelæsning den 1. marts 1984 i anledning af 25 års jubilæet som professor ved Københavns Universitet*. København: Københavns Universitets Østasiatiske Institut.
- Eichhorn, Werner (tr.) 1969 *Heldensagen aus dem unteren Yangtse-Tal (Wu-Yüeh Ch'un-Ch'iu)*. (*Abhandlungen für die Kunde des Morgenlandes*, Bd. 38, 2). Wiesbaden: Deutsche Morgenländische Gesellschaft.
- Fried, Morton H. 1983 “Tribe to state or state to tribe in ancient China?”, Keightley 1983: 467–493.
- FTJ = *Foundry trade journal*.

FTJI = *Foundry trade journal international*.

Guan Hongye & Hua Jueming 1983 关洪野、华觉明

"Research on Han Wei spheroidal-graphite cast iron", FTJI 5.17: 89-94. Abridged version, FTJ 1983, 15: 352. Cf. Parkes 1983.

Heckscher, Eli F. 1957 *Svenskt arbete och liv: Från medeltiden till nutiden*.

Med kompletterande tilläg av Arthur Montgomery & Bengt Svensson. Stockholm: Bokförlaget Aldus/Bonniers. (Orig. 1941.)

Hirth, Friedrich 1890 "Die Handelsprodukte von Kuang-tung", pp. 76-101 in his *Chinesische Studien*, vol. 1, München & Leipzig: G. Hirth's Verlag.

Huang Zhanyue 1976 黄展岳

关于中国开始冶铁和使用铁器的问题

(On the problem of the first smelting of iron and use of iron implements in China), WW 1976.8: 62-70.

Höllmann, Thomas O. 1986 *Jinan: Die Chu-Hauptstadt Ying im China der späteren Zhou-Zeit (Materialen zur allgemeinen und vergleichenden Archäologie, Bd. 41)*. München: C. H. Beck.

JHMS = *Historical metallurgy: Journal of the Historical Metallurgy Society* (London).

Jiangling 1984

Jiangling Yutaishan Chu mu 江陵雨台山楚墓

(Excavation report on 558 Chu graves at Yutaishan in Jiangling, Hubei), by the Jingzhou Regional Museum, Hubei 湖北省荆州地区博物馆. Beijing: Wenwu Chubanshe. English abstract pp. 192-194.

Jin Xueshan 1957 金学山

西安半坡的战国墓葬

(Warring States period graves excavated at Banpo in Xi'an, Shaanxi), KGXB 1957.3: 63-92 + plates 1-16.

Johansson, Johan-Olov 1934 *Smeder, brukspatroner och bergsmän*. Repr.

Ystad: Bokförlaget Settern, 1980.

Kane, Virginia C. 1975 "The independent bronze industries in the south of China contemporary with the Shang and Western Chou dynasties", *Archives of Asian art* (New York: The Asia Society), 28 (1974/75): 77-107.

Keightley, David N. 1976 "Where have all the swords gone? Reflections on the unification of China", *EC* 2: 31-34. Cf. Trousdale 1977; Barnard 1979.

——— (ed.) 1983 *The origins of Chinese civilization (Studies on China, 1)*. Berkeley, Los Angeles, & London: University of California Press.

KG = *Kaogu* 考古 ("Archaeology").

KGXB = *Kaogu xuebao* 考古学报 ("Acta archaeologica Sinica").

——— 1978.1: 1-24 + plates 1-2

河南汉代冶铁技术初探

("The iron and steel making techniques of the Han dynasty in Henan"), by the Henan Provincial Museum 河南省博物馆; the Blast Furnace Plant of the Shijingshan Steel Plant, Shoudu Iron and Steel Company 石景山钢铁公司炼铁厂; and the Chinese Archaeo-Metallurgy Study Group 《中国冶金史》编写组. English summary p. 24.

KGyWW = *Kaogu yu wenwu* 考古与文物 ("Archaeology and cultural relics").

Knoblock, John H. 1983 "The chronology of Xunzi's works", *EC* 1982/83, 8: 29-52.

Lanciotti, Lionello 1955 "Notes on ancient Chinese metallurgy: Sword casting and related legends in China", *East and West*, 6.2: 106-114.

Larsson i By, Carl 1915-18 *Bergsmanshistorier berättade för Carl Larsson i By*. Stockholm: Svenska Andelsförlaget, 1915. *Andra samlingen*, 1918. Facs.utg. Södertälje: LT's Förlag, 1976-77.

Li Boqian 1981 李伯谦

我国南方几何形印纹陶遗存的分区、分期及其有关问题

(Regionalization, periodization, and related problems concerning the geometric stamped pottery remains of south China), *BDX* 1981.1: 38-56.

Li Longqian 1981 李龙潜

清代前期广东采矿、冶铸业中的资本主义萌芽

(Embryonic capitalism in the mining and metallurgical industry of Guangdong in the early Qing period), pp. 352-380 in *Zhongguo shehui jingji shi luncong, di-yi-ji* 中国社会经济史论丛第一辑 (Studies in Chinese social and economic history, collection 1), ed. by Shanxi Provincial Institute of Social Sciences 山西省社会科学研究所以. Taiyuan: Shanxi Renmin Chubanshe.

- Li Zhong 1975 李众
中国封建社会前期钢铁冶炼技术发展的探讨
("The development of iron and steel technology in ancient China"),
KGXB 1975.2: 1-22 + plates 1-6. English summary pp. 21-22.
- Liao Zhihao 1982 廖志豪
论吴越时期的青铜农具
(Bronze agricultural implements of the ancient states of Wu and Yue),
NYKG 1982.2: 114-117.
- Littrup, Leif (ed.) 1988 *Analecta Hafniensia: 25 years of East Asian studies in Copenhagen*. London: Curzon Press.
- MacFarquhar, Roderick 1983 *The origins of the Cultural Revolution*. Vol. 2: *The Great Leap Forward*. Oxford University Press.
- MacKenzie, Donald 1984 "Marx and the machine", *Technology and culture*, 25.3: 473-502.
- Maddin, Robert (et. al.) 1977 "How the iron age began", by —, James D. Muhly, and Tamara S. Wheeler, *Scientific American*, Oct. 1977, pp. 122-131.
- NED = *Notes et études documentaires* (La Documentation Française, Paris)
——— 1959 "L'industrie sidérurgique chinoise (1890-1959)", no. 2591, 12 nov. 1959.
- NYKG = *Nongye kaogu* 农业考古 ("Agricultural archaeology").
- Parkes, L. R. 1983 "S.-g. iron or not S.-g. iron?", FTJ, 27 Oct. 1983, pp. 391-392. Comment on Guan Hongye & Hua Jueming 1983, repr. from *The metallurgist and materials technologist*, Oct. 1983.
- Peng Shifan 1987 彭适凡
Zhongguo nanfang gudai yinwen tao 中国南方古代印纹陶
(Impressed pottery of ancient south China). Beijing: Wenwu Chubanshe.
- Peters, Edward Dyer 1895 *Modern copper smelting*. 7th ed., New York & London: Scientific Publishing Co.
- Pfizmaier, August 1857 "Die Geschichte des Reiches U", *Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-historische Classe* (Wien), 8: 123-153.
- Pulleyblank, E. G. 1983 "The Chinese and their neighbors in prehistoric and early historical times", Keightley 1983: 411-466.

- Rudolph, Richard C. (ed.) 1978 *Chinese archaeological abstracts* (*Monumenta archaeologica*, vol. 6). Los Angeles: Institute of Archaeology, University of California. Cf. Dien et al. 1985.
- Schüssler, Axel 1966 *Das Yüeh-chüeh shu als Hanzeitlicher Quelle zur Geschichte der Chan-kuo-Zeit* (Dissertation, München). Leutershausen bei Weinheim: K.-H. Meisel.
- Shan Shumo, Wang Weiping, & Wang Tinghuai (eds.) 1980 单树模、王维屏、王庭槐
Jiangsu dili 江苏地理
(The geography of Jiangsu). Jiangsu Renmin Chubanshe.
- Shang Zhou 1979
Shang Zhou kaogu 商周考古
(Textbook of Shang and Zhou archaeology), by the Shang-Zhou Group, Archaeology Section, Department of History, Beijing University 北京大学历史系考古教研室商周组. Beijing: Wenwu Chubanshe.
- Sun Derun 1982 孙德润
咸阳市黄家沟战国墓发掘简报
(Excavation of Warring States period graves at Huangjiagou in Xianyang Municipality, Shaanxi), by the Xianyang Qin Capital Archaeological Team 秦都咸阳考古队; written by —. *KGyWW* 1982.6: 6-15 + plate 1.
- T.I.B. 1884 "Chinese iron foundries and rice pan casting", *Chemical news*, 25 July 1884, pp. 40-41.
- Trousdale, William 1977 "Where all the swords have gone: Reflections on some questions raised by Professor Keightley", *EC* 3: 65-66. Cf. Keightley 1976; Barnard 1979.
- Tschepe, Albert 1896 *Histoire du royaume de Ou (1122-473 av. J.-C.)* (*Variétés sinologiques*, no. 10). Chang-hai. Facs. repr. Nendeln: Kraus, 1975.
- Tylecote, R. F. 1976 *A history of metallurgy*. London: The Metals Society.
- Wagner, Donald B. 1984 "Some traditional Chinese iron-production techniques practiced in the 20th century", *JHMS* 18.2: 95-104.

- (overs.) 1985a (resumerende oversættelser af ti artikler fra de kinesiske arkæologiske tidsskrifter *Wenwu* 文物 og *Kaogu* 考古), *Dien et al.* 1985: 715–725, 728–733, 849–853, 928–953, 1040–1065, 1066–1075, 1091–1093, 1296–1297, 1313–1314, 1946–1948 (ialt 94 s.).
- 1985b *Dabieshan: Traditional Chinese iron-production techniques practised in southern Henan in the twentieth century* (Scandinavian Institute of Asian Studies monograph series, 52). London & Malmö: Curzon Press.
- 1986 “Ancient Chinese copper smelting, sixth century B.C.: Recent excavations and simulation experiments”, *JHMS* 20.1: 1–16. Errata, 1987, 21.1: 51.
- 1987a “Støbejerns metallurgi og lidt om kinesisk støbejern”, 50 s. i *Jern: Fremstilling, nedbrydning og bevaring. Fortryk af forelæsnings til Nordisk Videreuddannelse af Konservatorer, København, 17–28 august 1987*. København: Nationalmuseet, Bevaringssektionen.
- 1987b “The dating of the Chu graves of Changsha: The earliest iron artifacts in China?”, *Acta Orientalia* (København), 48: 111–156.
- 1988 “Swords and ploughshares, ironmasters and officials: Iron in China in the third century B.C.”, *Littrup* 1988: 174–192.
- 1989 “Toward the reconstruction of ancient Chinese techniques for the production of malleable cast iron”, *East Asian Institute occasional papers* (Østasiatisk Institut, Københavns Universitet), 4: 3–72.
- Walker, Joseph E. 1966 *Hopewell Village: The dynamics of a nineteenth century iron-making community*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press. Repr. 1974.
- Wu Zhenfeng & Shang Zhiru 1981 吴镇烽、尚志儒
陕西凤翔高庄秦墓地发掘简报
(Excavation of a cemetery of the state of Qin at Gaozhuang in Fengxiang County, Shaanxi), *KGYWW* 1981.1: 12–38 + plates 6–11.
- WW = *Wenwu* 文物 (“Cultural relics”).

Ingemar Nordins teori om den teknologiska forskningens natur

Upprinnelsen till denna artikel är att jag blev ombedd att recensera Ingemar Nordins bok "Teknologins rationalitet". Jag anser emellertid inte att en kort recension är det rätta sättet att uppmärksamma den unika händelsen att ett teknikfilosofiskt arbete har publicerats. Under senare år har det humanistiska intresset för tekniken och dess problem ökat, men teknikfilosofin har fortsatt att vara ett försummat område; Ingemar Nordin är en av de få svenska filosofer som har intresserat sig för detta ämne¹. Det finns därför anledning att ta upp hans teorier till diskussion, i förhoppningen att en sådan diskussion kan bidra till ett ökat intresse för teknikfilosofin som ämne.

En sådan diskussion måste, av utrymmesskäl, begränsas till en aspekt av Nordins innehållsrika bok; jag har valt frågan om den teknologiska forskningens natur². Denna frågeställning har under de senaste decennierna intresserat många teknikhistoriker; ämnet för min diskussion är den del av Nordins teknikfilosofi, som kan sägas vara den filosofiska motsvarigheten till denna teknikhistoriska forskning.

Man kan säga, att frågan om den teknologiska forskningens natur, är ett problem för både teknikhistoriker och teknikfilosofer. Resultatet av den teknikhistoriska forskningen tycks visa, att det är rimligt att tala om teknologi och vetenskap som "två olika kunskapsformer"³; denna slutsats har givetvis stort filosofiskt intresse. Idén att teknologi och vetenskap utgör två olika kunskapsformer erbjuder därför en intressant utgångspunkt för en diskussion mellan dessa två humanistiska ämnesområden. Det har visat sig att relationen mellan det historiska och det filosofiska studiet av vetenskapen är mycket fruktbar; det finns därför anledning

att tro, att detta skulle kunna gälla också relationen mellan det historiska och filosofiska studiet av den teknologiska forskningen.

I BEGREPPET TEKNISK FUNKTIONSDUGLIGHET

Man säger ofta, att vetenskapens syfte är att finna sanna teorier, medan teknologins uppgift är att lösa praktiska problem. En lösning av ett praktiskt problem är en funktionsduglig lösning. Studiet av begreppet funktionsduglig teknik spelar därför en lika central roll inom teknikfilosofin som studiet av begreppet sann teori inom vetenskapsfilosofin. Det är därför naturligt att börja vår diskussion av Nordins teori genom att undersöka hans analys av detta viktiga begrepp.

§1 Nordins induktionsproblem

Nordin angriper problemet att definiera begreppet teknik på grundval av den sunda och riktiga metodologiska principen 'Inför inte fler termer än vad som är nödvändigt för analysen' <283>. Den karakteristik av teknikbegreppet Nordin anser sig behöva inom ramen för sin analys är: (a) Teknik är maskinliknande ting eller processer, framtagna för ett visst syfte; (b) Dessa processer är upprepbara; och (c) Teknikens syfte är praktisk användbarhet <112-5>. Detta är en rimlig och fruktbar karakteristik av teknikbegreppet⁴.

Nordins definition av begreppet teknologi är 'den verksamhet som syftar till att framställa teknik' <111>. Detta är också en rimlig definition. Det är naturligt att tänka sig teknisk verksamhet som användningen av maskinlika ting eller utförandet av maskinlika processer. Men teknologi och teknologisk forskning är något annat än detta. Det är därför naturligt att tänka sig, att syftet med teknologisk verksamhet är att frambringa, uppfinna eller förbättra olika former av teknisk verksamhet. Ur filosofisk synvinkel är en sådan distinktion mycket betydelsefull. Den vanliga frågeställningen "problemet med relationen mellan teknik och

vetenskap" bör preciseras. Om teknologi uppfattas som en vetenskap om teknisk verksamhet, kan vi säga, att filosofins uppgift består i att undersöka skillnaden mellan de två kunskapsformerna vetenskap och teknologi.

Det problem Nordin vill diskutera är problemet med teknologins rationalitet. Nordins problemställning är frågan om teknologin kan garantera teknikens funktionsduglighet:

'Hur vet vi om en teknik som har lyckats producera ett visst resultat tio gånger, eller en miljon gånger, kommer att kunna göra det ytterligare en gång' <119>

Teknologins förmåga att besvara sådana frågor är, enligt Nordin, avgörande för problemet med teknologins rationalitet. Det är också uppenbart att lösningen av sådana problem är en viktig målsättning för den teknologiska forskningen.

Nordins strategi för att angripa denna problemställning är att utveckla en teori om den teknologiska forskningens natur; ämnet för Nordins diskussion kan därför sägas vara "teknologins vetenskapsfilosofi". Det är viktigt att understryka att Nordin gör anspråk på att utveckla en egen teori om den teknologiska forskningen <122>: det är diskussionen av denna teori som är ämnet för min artikel.

Enligt Nordins teknikdefinition utmärks teknik av uppreparhet; att ge garantier för teknikens funktionsduglighet är att ge garantier för denna uppreparhet: 'Hur kan vi från erfarenheten dra slutsatsen att en teknik kommer att fungera hyggligt?' <131>. För att garantera teknikens uppreparhet, måste vi dra slutsatser från tidigare erfarenheter och detta förutsätter en induktiv slutledningsprincip av typen "om A följs av B 100 gånger, så gäller att, närhelst A så B". Detta är utgångspunkten för Nordins teori: teknologisk forskning grundar sig på ett induktivt tänkande. Induktionen antas vara 'en universell teknologisk rationalitetsprincip' <167> och 'den centrala mekanismen i den teknologiska forskningen' <136>.

Men frågan om induktionsprincipers giltighet, och därmed

också frågan om deras rationalitet, aktualiserar ett kunskapsteoretiskt problem: det är, som Hume visade, inte möjligt att rättfärdiga induktiva slutledningsprinciper. Nordins slutsats blir att 'induktionen kan inte förklaras rationellt'; filosofen står inför ett olösbart problem. Enligt Nordin måste problemet därför 'ignoreras'; detta betyder att vi bör utgå från arbetshypotesen, att induktionen 'av någon okänd orsak' <136> är den teknologiska forskningens centrala mekanism. Den rent empiriska iakttagelsen, att teknologin använder induktion, bör göras till teknikfilosofins utgångspunkt:

'Att induktion är en del av den teknologiska processen blir således inte något som rationellt kan motiveras, utan får snarare tas som ett rent empiriskt faktum' <120>. Filosofen måste acceptera det omöjliga i att 'ge en rationell motivering till att den teknologiska forskningen fungerar som den gör'. Nordin säger med rätta, att denna slutsats är 'ytterst otillfredställande' <136>. En läsare av Nordins bok måste emellertid fråga sig om denna slutsats är en konsekvens av induktionsproblemet eller av Nordins teknikfilosofi.

Nordin identifierar problemet att garantera teknikens funktionsduglighet med problemet att garantera teoriernas sanning; de två problemen är samma induktionsproblem och detta induktionsproblem är Humes problem <127-34>. Det är inte självklart att vi måste acceptera denna idé: Nordin skriver att 'all teknik fungerar i enlighet med de verkliga naturlagarna' <137>, men man måste tillägga, att även när teknik upphör att fungera, sker också detta i enlighet med de verkliga naturlagarna. Att en teori, eller en instans av en teori, visar sig vara falsk, är normalt ingen förklaringsgrund till varför en teknik slutar att fungera. Även om Humes problem löstes, skulle problemet med att garantera teknikens funktionsduglighet återstå att lösa. Låt oss därför undersöka Nordins motivering för att identifiera de två problemen.

Det är naturligt att uppfatta problemet med att ge garantier för teknikens funktionsduglighet som problemet med att göra

förutsägelser om teknikens framtida funktionsduglighet. I vetenskapen görs förutsägelser med hjälp av en teori; Humes problem medför emellertid att teorins sanning inte kan garanteras och därmed kan inte heller förutsägelsen garanteras. Nordin anser att en liknande situation råder inom teknologin; han antar därför att det finns en speciell sorts teorier som är grundvalen för förutsägelser om teknikens framtida funktionsduglighet.

Nordin konstruerar också en teori om de teorier som möjliggör förutsägelser om teknikens framtida funktionsduglighet. Han utgår från tanken att en teknik A har en åsyftad effekt B. Om nu teknik A 'appliceras' kan detta ge upphov till, eller inte ge upphov till, effekten B. På så sätt blir det möjligt att tala om

'en korrelation mellan applicerandet av en teknik och förekomsten av den önskade effekten' <142>.

Denna typ av korrelationer uppfattar Nordin i analogi med vetenskapliga teorier:

- (1) A orsakar B med sannolikheten x;
- (2) Teknik A ger upphov till effekten B med sannolikheten x.

Nordins analys tycks förutsätta att (1) och (2) i någon mening är samma typ av påståenden. Denna idé ska vi diskutera, från en något annorlunda synvinkel, i §6.

Enligt Nordin 'ingår accepterandet av induktiva argument i den teknologiska rationaliteten'; innebörden av denna tanke är att den teknologiska forskningen antas syssla med att finna 'evidensmängder' som verifierar påståenden av typ (2), på samma sätt som den vetenskapliga forskningen skapar evidensmängder till stöd för påståenden av typ (1). När ett påstående av typ (2) på så sätt verifierats, kan det användas för att förutse, och därmed garantera, funktionsdugligheten hos teknik A: 'det måste vara den positiva evidensen som uppfattas som ett slags garanti för framtiden' <136>. Detta tycks vara Nordins motivering till åsikten att samma induktionsproblem förekommer i både vetenskapen och teknologin.

§2 Tekniken som medel

I denna paragraf ska vi diskutera de problem som uppkommer genom att idén om en korrelation mellan "applicerandet av en teknik" och "uppkomsten av en avsedd effekt" är svår att förena med en rimlig tolkning av (2). Detta problem visar sig omedelbart i Nordins definition av begreppet teknisk funktionsduglighet:

'Teknik A fungerar i teknisk mening om, och endast om, a) teknik A är tänkt att producera B, och b) teknik A faktiskt åstadkommer B med en viss, interntekniskt definierad, frekvens' <139>

Problemet med denna definition är att Nordins uttryck 'teknik A faktiskt åstadkommer B' i normalt språkbruk betyder "teknik A fungerar". I Nordins språkbruk betyder därför begreppet "teknik A fungerar", inte att teknik A fungerar, utan att den fungerar tillräckligt ofta. Detta är uppenbarligen att våldföra sig på både logiken och normalt språkbruk.

Om t ex vår bil plötsligt upphör att 'åstadkomma sin avsedda effekt', tvingas vi enligt Nordins definition att säga, att bilen fortfarande fungerar i teknisk mening, eftersom definitionens villkor om en frekvens av avsedda effekter är uppfyllt, även om effekten råkade utebli just i detta fall. En teknik kan alltså fungera även om den inte fungerar.

Idén att "en teknik fungerar, om och endast om, tekniken fungerar tillräckligt ofta" innebär att begreppet fungera används i två helt olika betydelser. Nordin har ersatt ordet fungera, i sin normala betydelse, med uttrycket 'teknik A åstadkommer B', och på så sätt skapat en privat definition av begreppet fungera, som har mycket lite med vad man normalt, eller rimligtvis kan mena, med att något fungerar. Nordin har också svårigheter med att helt frigöra sig från normalt språkbruk; han skriver 'tekniken fungerar ibland, ibland inte' <143>. Här betyder "fungerar" uppenbarligen inte en "tillräckligt hög frekvens avsedda effekter".

Det egendomliga i denna idé framgår också genom en analys

av den logiska skillnaden mellan (1) och (2). Ur logisk synvinkel är påstående (1) en relation mellan orsak och verkan, medan påstående (2) är en relation mellan mål och medel. Man brukar uppställa ett nödvändigt villkor för att något ska betraktas som en orsaksrelation: om A kan sägas vara orsak till B, måste begreppen A och B vara logiskt eller begreppslikt oberoende av varandra. Relationen mellan mål och medel uppfyller inte detta villkor.

Ett medel är något som realiserar en målsättning. Om medlet inte realiserar målsättningen, måste vi dra slutsatsen, att det vi trodde var ett medel, i själva verket inte är ett medel. Om vår bil 'inte åstadkommer sin avsedda effekt' betyder detta att vår bil upphört att vara ett medel, dvs att den har gått sönder. Skillnaden mellan en icke funktionsduglig och en funktionsduglig teknik består i teknikens förmåga att realisera sin målsättning: denna förmåga är ett kriterium på om något är ett medel eller inte.

Begreppet teknisk funktionsduglighet betecknar därför inte en korrelation mellan 'applicerandet av en teknik' och 'förekomsten av den avsedda effekten'; funktionsduglighet är en egenskap som tillkommer, eller inte tillkommer, tekniska ting eller procedurer. Påstående (2) kan därför omformuleras till

(3) Sannolikheten för att Teknik A fungerar är x
Detta är möjligt därför att uttrycken "Teknik A fungerar" och "Teknik A kan realisera sin målsättning" har samma innebörd. Relationen mellan mål och medel är en begreppslikt relation: påstående (1) kan inte omformuleras på motsvarande sätt och detta är den logiska skillnaden mellan påstående (1) och (2).

När Nordin talar om en korrelation mellan applicerandet av en teknik och uppkomsten av en effekt, ställer han inte frågan om den teknik som ska appliceras är funktionsduglig eller inte, eftersom det är korrelationen som för honom utgör funktionsdugligheten. Den teknologiska testningen av en teknik, som enligt Nordin resulterar i en "evidens-

mängd" till stöd för korrelationen, kan inte bestå i testningen av en icke funktionsduglig teknik. Men om testningen är en testning av en funktionsduglig teknik, måste man förklara hur det är logiskt möjligt att testningen kan resultera i en utebliven avsedd effekt, som Nordins definition förutsätter. Det tycks vara samma sak som att förklara varför en funktionsduglig teknik inte fungerar⁵. Idén om en korrelation mellan applicerandet av en teknik och förekomsten av en avsedd effekt saknar helt och hållet mening.

Den rimliga tolkningen av en sådan situation är att den funktionsdugliga teknik, som ska testas, förlorar egenskapen att vara funktionsduglig under testningen; därför kan den avsedda effekten utebli. Vi kan alltså tala om en viss sannolikhet för att tekniken behåller sin funktionsduglighet under testningen eller användningen och detta är vad påstående (3) betyder. Men detta förhållande är inte ett uttryck för en korrelation.

Varför är frågan, om funktionsduglighet ska anses vara en korrelation eller en egenskap, ett viktigt problem? Filosofins uppgift är att undersöka de logiska och begreppsliga betingelserna för 'möjligheten att konfirmera, respektive falsifiera, påståendet att en viss teknik fungerar' <142>. Nordins teori om sanningsvillkoren för påståendet "teknik A fungerar" bygger på tanken att fungera betyder fungera tillräckligt ofta; en korrelation beskriver fenomenet fungera tillräckligt ofta; problemet att verifiera en korrelation är ett induktionsproblem; och därför är induktionen den teknologiska forskningens 'centrala mekanism'.

Enligt min mening fungerar en teknik om den realiserar sin målsättning och tekniken gör detta när den är funktionsduglig:

(4) Teknik A fungerar, om och endast om, teknik A är funktionsduglig

Denna alternativa definition är grundvalen för min analys och kritik av Nordins teori. I §9 ska jag argumentera för att det inte finns något induktionsproblem i Nordins mening.

En elektrisk apparat med glappkontakt fungerar ibland, ibland inte; man kan säga att denna defekt har så liten betydelse att apparaten ändå är funktionsduglig. Men detta betyder inte att apparaten är funktionsduglig när den inte fungerar. Vad man menar med detta, är att apparaten är användbar eftersom den fungerar tillräckligt ofta; funktionsduglig kan ibland betyda användbar. Det faktum, att ordet funktionsduglig kan användas i två olika betydelser, är emellertid inte något argument för tesen att "en teknik fungerar, om den fungerar tillräckligt ofta". Nordin's definition av funktionsduglighet är egentligen en definition av användbarhet; i hans begreppssystem är skillnaden mellan funktionsduglighet och användbarhet skillnaden mellan en producentdefinierad och en konsumentdefinierad användbarhet (§5). I Nordin's teknikfilosofi ersätts funktionsduglighetens problem med en lära om "användbarhetsbegreppets logik" som vi ska studera i §§3-5.

§3 Användbarhetsbegreppets relativitet

Det finns en uppenbar skillnad mellan begreppen användbarhet och funktionsduglighet. Även om en teknik fungerar, kan en användare, av något skäl, välja att inte använda denna teknik, eller anse, att den inte löser hans problem. En teknik är inte användbar enbart därför att den är funktionsduglig. Nordin utvecklar denna iakttagelse till följande tes, som kan sägas vara grundvalen för hans tänkande om tekniken:

- (5) Användbarheten hos ett tekniskt ting eller process är något relativt, något som varierar från användare till användare.

Enligt Nordin betyder begreppet teknikanvändare den suveräne individen; 'användbarhet är...i sin yttersta analys individcentrerat' <276> därför att 'varje bedömning är strikt personlig, eftersom varje livssituation är unik' <149>. Nordin's teknikfilosofi tillskriver den suveräne individen en viktig roll som absolut auktoritet i tekniska frågor.

Men den suveräne individens makt över användbarheten har

en viktig begränsning. I ett sammanfattande uttalande får vi veta att

'det är användbarhetsbegreppets logik som driver oss till att avfärda både sanning och vetenskap såsom varande nödvändiga förutsättningar för teknologisk verksamhet. I stället leds vi över till att betrakta användbarhet som ett nära nog fullkomligt relativistiskt begrepp...Det enda som med nöd och näppe håller oss utanför totalsubjektivismen är kravet på funktionsduglighet' <276>.

Det är detta "nöd och näppe" som skiljer Nordins uppfattning från åsikten att teknikens värld är en drömvärld, befriad från alla objektiva begränsningar.

Om teknologin är en vetenskap, är det naturligt att tänka sig, att teknologin sysslar med objektiva problem. Enligt Nordin utgör också funktionsdugligheten något objektivt, en begränsning av den suveräne individens subjektivitet. Man kunde därför tro, att studiet av funktionsdugligheten, dvs studiet av de objektiva möjligheterna att lösa praktiska problem, är teknologins syfte. Men detta är inte Nordins åsikt: användbarheten 'är det centrala begreppet i teknologin' på samma sätt som sanning är det centrala begreppet i vetenskapen <161>.

Nordin påstår att 'insikten om användbarhetsbegreppets relativitet är centralt för förståelsen av teknikens väsen' <156>. En motivering till denna åsikt är, att 'ett konsekvent bruk av våra vardagsbegrepp framtvingar en liberal inställning' till begreppen användbarhet och funktionsduglighet. Försök att ge dessa begrepp en icke-relativistisk innebörd leder till 'absurditeter' <155>. För att ge rättvisa åt denna begreppsliga relativitet, nöjer sig Nordin med att ge 'minimigränser' för begreppens innebörd:

- (6) Funktionsduglighet betyder att 'tekniken ska ha åtminstone någon effekt';
- (7) Användbarhet betyder att 'åtminstone någon ska finna tekniken användbar' <155>.

Nordins definition av den logiska relationen mellan använd-

barhet och funktionsduglighet lyder på följande sätt:

- (8) Teknisk funktionsduglighet är ett nödvändigt villkor för användbarhet <118>;
- (9) Användbarhet är ett tillräckligt villkor för teknisk funktionsduglighet <119>.

Idéerna (5)-(9) kan beskrivas som utgångspunkten för Nordins begreppsanalyser. Ämnet för vår diskussion i §§3-5, är hur begreppet teknisk funktionsduglighet ska kunna ges en rimlig innebörd inom ramen för dessa begreppsliga utgångspunkter; jag utgår från att (8) och (9) är riktiga och mitt syfte är att undersöka hur idén om användbarhetsbegreppets relativitet påverkar Nordins uppfattning av begreppen teknik och funktionsduglighet.

Varför skulle det vara svårt att relatera idéerna (5)-(9) till begreppet funktionsduglighet? Definitionerna (8) och (9) betyder "om en teknik är användbar, så är den funktionsduglig". En bil kan användas som hönshus; detta är, enligt Nordins språkbruk, en av bilens möjliga effekter eller funktioner. Antag nu att vår bil inte går att köra med och att vår bilmekaniker säger: "Er bil behöver inte repareras. Den är nämligen tekniskt funktionsduglig, eftersom den kan användas som hönshus och användbarhet är ett tillräckligt villkor för funktionsduglighet". Här måste man konstatera, att våra vardagsbegrepp inte framtvingar en så liberal inställning till dessa nyckelbegrepp.

En sådan konsekvens av (8) och (9) är oacceptabel. Ur logisk synvinkel måste man därför ställa sådana krav på definitionerna av begreppen teknik, användbarhet och funktionsduglighet att denna orimlighet blir omöjlig.

Denna iakttagelse innebär emellertid inte någon omedelbar kritik av Nordins teori; han är naturligtvis medveten om detta begreppsliga problem och han har också ett förslag till dess lösning:

'När jag nu talar om teknikens användning vill jag först göra klart att det här främst rör sig om intentionerna i den teknologiska verksamheten, inte teknikens möjliga

utformning eller bifunktion' <115-6>.

Nordins försök att lösa detta problem tar således sin utgångspunkt i begreppen bifunktion och avsedd effekt. Bilens användning som transportmedel kan nu anses vara dess avsedda effekt, medan bilens användning som hönshus kan anses vara en av dess möjliga bifunktioner.

Denna logiska hjälphypotes är en vidareutveckling av idén (6), som medger den logiska möjligheten att samma teknik kan ha många olika slags effekter. Nu uppkommer problemet med vilken av dessa effekter som ska anses vara 'intentionen i den teknologiska verksamheten' eller den avsedda effekten:

'det vi är ute efter är kriterier för teknikens tänkta användning och dessas betydelse för den tekniska forskningens logik' <116>.

Nordins konstruktion kräver en teori om dessa kriterier och denna teori består helt enkelt av påståendet att man återfinner dessa kriterier hos den suveräne individen:

'En persons problemuppfattning må vara eccentric eller konventionell, hans val av teknisk lösning må framstå som rationell eller irrationell. Men finner han den användbar för honom, så är den det. Det enda undantaget är då användaren missbedömt teknikens funktionsduglighet' <149>.

En teknik är användbar om den är användbar för någon individ; detta är Nordins "definition" av begreppet användbarhet och vad han menar med att göra rättvisa åt användbarhetsbegreppets relativitet <155>.

Nordins funktionsduglighetsbegrepp förhindrar visserligen att idén om användbarhetsbegreppets relativitet gör det möjligt att säga, att varje teknik kan användas till vad som helst. Men den suveräne individen är fortfarande en nödvändig förutsättning för detta begrepp; funktionsduglighet betyder frambringandet av en avsedd effekt och den suveräne individen är ansvarig för den intention begreppet avsedd effekt kräver. Därmed kvarstår problemet olöst: om det finns en individ som vill använda en bil som hönshus är bilen också funktionsduglig om användaren 'inte missbedömt tek-

nikens funktionsduglighet'. I nästa paragraf ska vi studera denna egendomliga användning av uttrycket "teknikens funktionsduglighet".

§4 Teknik, materiella föremål och funktionsduglighet

Uttrycken "att använda ett materiellt föremål eller process" och "att använda en teknik" har inte samma mening. Om jag slår ihjäl någon med en sten jag finner på marken, kan det sägas, att stenen blivit ett mordvapen. Det är möjligt att formulera en teknikdefinition som stipulerar att alla redskap, och därmed mordvapen, är att betrakta som teknik; på så sätt skulle stenen kunna förlänas status som teknik. Men en sådan teknikdefinition är uppenbart olämplig om vi önskar diskutera den teknologiska forskningen; stenar hör inte till den teknologiska forskningens frukter. Nordin säger med rätta, att teknik är intentionella eller artificiella objekt <138>; endast sådana objekt tycks meningsfullt kunna tillskrivas egenskapen teknisk funktionsduglighet. Att påstå, att en sten är tekniskt funktionsduglig som mordvapen, förefaller vara ett oegentligt språkbruk.

Trots att Nordin framhåller teknikens artificiella karaktär, baserar han ändå sin diskussion på idén att teknik är effektproducerande materiella ting; hans användning av uttrycket "att använda en teknik" framgår av följande exempel:

'Vem utom jag kan avgöra blyertspennors användbarhet som personlig nagelrensare, telefonknappstryckare, huvudkliare, linjal, kuvertsprättare, tillfällig boksticka och häftklammerlossare? Och vem, utom jag, kan göra en total sammanvägning av ett föremåls användningsområden...?' <150>.

Ingen skulle naturligtvis vilja förneka att detta uttalande om Nordins penna är riktigt. Men teknikfilosofi är inte att konstatera att Nordin kan klia sig i huvudet med sin penna, även om detta utgör en sanning. Ur teknikfilosofisk synvinkel är den väsentliga synpunkten på Nordins uttalande dess funktion som logiskt exempel, som illustration till centrala begreppsbildningar. Nordins exempel visar oss vad Nordin menar med uttrycken "att använda samma teknik på

olika sätt" eller "att samma teknik producerar olika slags effekter".

Den definition av begreppet samma teknik som Nordins exempel tycks förutsätta⁶, kan formuleras på följande sätt:

- (10) Om teknik A kan användas som X och teknik B kan användas som Y, så är teknik A samma teknik som teknik B, om och endast om, teknik A är samma materiella föremål som teknik B.

Men denna definition är begränsad till att gälla 'ett föremål'. Men vi har ofta anledning att tala om teknik A som en mängd föremål. Därför är definition (10) långt ifrån tillfredställande; låt oss undersöka vad som kan menas med uttrycket "teknik A". Nordin konstaterar, att vi med teknik A kan mena något annat än 'en viss bestämd apparat'; begreppet 'står snarare för teknologiska principer än enskilda apparater' <143>. Det förefaller rimligt att kalla denna teknologiska princip "funktionsduglighet som A". Detta står också i överensstämmelse med Nordins åsikt att en teknik är maskinlik; denna maskinlighet är följden av att tekniken förverkligar en viss teknologisk princip.

Om vi vill tala om teknik A som materiellt ting, eller som en mängd materiella ting, blir följande definition naturlig:

- (11) Teknik A är de ting som meningsfullt kan tillskrivas egenskapen funktionsduglighet som A.

Det är meningsfullt att tillskriva även en trasig bil egenskapen funktionsduglighet som bil, även om detta påstående är falskt tills bilen reparerats. Men det är inte meningsfullt att tillskriva en raket funktionsduglighet som bil, eftersom en raket inte skulle kunna användas som bil. På grundval av definition (11) kan vi nu formulera en annan definition av begreppet samma teknik:

- (12) Teknik A är samma teknik som teknik B, om och endast om, de materiella ting som meningsfullt kan tillskrivas funktionsduglighet som A, är samma materiella ting som meningsfullt kan tillskrivas funktionsduglighet som B.

Låt oss nu diskutera skillnaden mellan (10) och (12).

Det är uppenbart att Nordin använder samma materiella föremål när han skriver och när han kliar sig i huvudet. Men påståendet, att Nordin använder samma teknik när han skriver och när han kliar sig i huvudet, är oförenligt med identitetsvillkoret (12). För att någon ska kunna skriva och klia sig i huvudet med samma teknik, krävs att mängden av pennor och mängden av huvudkliare är samma mängd. Denna analys överensstämmer också med sunna förnuftets åsikt: alla vet att man kan klia sig i huvudet med en penna, men ingen tror att pennor och huvudkliare är samma sak.

Den rimliga tolkningen av Nordins exempel förefaller vara

- (13) Det finns materiella ting som meningsfullt kan tillskrivas funktionsduglighet både som A och som B.

Ett sådant föremål kan naturligtvis användas som A eller som B; definition (10) implicerar därför att samma teknik kan användas som A eller som B. Men detta följer inte av definition (12). Nordins begreppssystem är baserat på en definition av begreppet samma teknik som ur logisk synvinkel får flera egendomliga konsekvenser.

Som bilägare kan vi välja mellan att åka till Lund eller till Umeå. Detta är ett exempel på vad som menas med att använda samma teknik på olika sätt. Valet mellan att använda en bil som transportmedel eller som hönshus, kan inte betraktas som ett exempel på att använda samma teknik på olika sätt, eftersom denna användning av begreppet "samma teknik" strider mot villkoret (12). Men Nordin gör inte denna distinktion⁷. Resultatet blir en tankegång av följande typ:

- (14) Samma teknik kan vara funktionsduglig som A och funktionsduglig som B.

Vad betyder begreppet teknik i uttrycket "samma teknik" i påståendet (14)? Det är detta teknikbegrepp som ligger till grund för Nordins teori; 'en teknik kan ha flera, helt andra funktioner än just den den är ämnad för' <137>. Idén (6) är Nordins egentliga teknikdefinition: teknik är det som kan producera olika slags effekter.

Vi måste fråga oss vad det innebär att tillskriva teknik,

i Nordins mening, funktionsduglighet. Detta teknikbegrepp förutsätter att en teknik på något sätt kan existera som teknik utan relation till en målsättning. Innan vi kan tala om funktionsduglighet måste teknikens relation till en målsättning upprättas. Detta problem blir löst genom att en suverän individ tillkallas med uppgift att utvälja en önskad effekt E. Det blir nu möjligt att undersöka om denna teknik faktiskt åstadkommer E med en tillräckligt hög frekvens och just detta är vad Nordin menar med funktionsduglighet.

Nordin skriver att 'begreppet funktionsduglighet är primärt en teknologisk term, inte en vetenskaplig' <144>. Detta påstående uttrycker en grundläggande teknikfilosofisk insikt och är därför också en måttstock på kvaliteten i Nordins begreppsanalyser. Nordin diskuterar aldrig vad som kan menas med "effekt". Det är uppenbart att vi måste skilja på begreppet effekt i betydelsen "orsakad av en orsak" och i betydelsen "realiserad målsättning". Denna distinktion är en aspekt av det problem vi diskuterade i §2 och som vi återkommer till i §§6-7. Nordin tror att en teknik är funktionsduglig därför att den orsakar en viss effekt. Insikten att 'begreppet funktionsduglighet är en teknologisk term' bör i stället leda oss till slutsatsen att en teknik kan realisera en målsättning därför att den är funktionsduglig.

§5 Funktionsduglighetsbegreppets objektivitet

Vi har sett hur Nordin gör begreppet funktionsduglighet logiskt beroende av den suveräne individens subjektivitet. Därför erhåller den suveräne individen en huvudroll i Nordins teori om den teknologiska forskningens logik som "effektväljare". Om denna analys vore riktig, skulle följande argument alltid vara giltigt: "Den suveräne individen X önskar att en teknik frambringar effekten E; tekniken frambringar inte effekten E; alltså är tekniken inte funktionsduglig". Om en suverän individ önskar använda en bil som flygplan, måste vi enligt detta resonemang säga, att bilen inte är funktionsduglig eftersom den önskade flygeffekten uteblivit. Jag menar, att man av dessa begreppsliga problem (§§3-4)

bör dra slutsatsen, att det är omöjligt att definiera begreppet funktionsduglighet i termer av subjektiva önskningar.

Funktionsduglighet är en egenskap som en teknik har, eller inte har, oberoende av en individs subjektiva önskningar. I enlighet med sin subjektiva önskan, kan en suverän individ besluta sig för att använda en bil som hönsbarnhus. Men individens beslut innebär inte att begreppet funktionsduglig som bil förvandlas till begreppet funktionsduglig som hönsbarnhus. Den suveräne individen är inte herre över begreppet funktionsduglig som A. Av detta skäl är det orimligt att göra begreppet funktionsduglighet logiskt beroende av den suveräne individens subjektivitet, av hans beslut att använda något på ett visst sätt.

Nordins begreppsanalyser tycks innebära ett radikalt förnekande av den teknologiska forskningens objektivitet. Nordin skriver att idén (9) 'ger oss en fingervisning om hur begreppet funktionsduglighet måste förstås' och slutsatsen blir

'att avgöra huruvida en teknik fungerar eller ej är...inte enbart en rent internteknisk angelägenhet' <119>.

Betyder detta att den teknologiska forskningen inte kan avgöra om en teknik fungerar? Det visar sig emellertid att Nordin med uttrycket "internteknisk" inte menar den teknologiska forskningen, utan en speciell sorts suverän individ, nämligen teknikproducenten <157-8, 165>. Nordin förvandlar frågan om funktionsduglighetsbegreppets objektivitet till ett sociologiskt problem.

Nordin är bekymrad över hur begreppen användbarhet och funktionsduglighet 'skall sammankopplas så att det logiska sambandet mellan dem inte motsägs' <150>. Vi har nyss sett att Nordins definition av begreppet funktionsduglighet implicerar att

'individens suveränitet måste med nödvändighet sträcka sig bortom användbarheten och inkludera även funktionsdugligheten' <151>

Nordin försöker undgå de orimliga konsekvenserna av sin

tes genom att ge den en sociologisk tolkning. Han antar därför att det finns två suveräna individer, teknikkonsumenten och teknikproducenten. Konsumenten har 'externa' målsättningar medan producenten har 'interntekniska' målsättningar <jmf 181-2>. Mellan dessa två typer av målsättningar råder 'ett gap' som 'överbryggas av den enskilde teknikanvändaren' <147>.

Nordin fortsätter med att utrusta producenten och konsumenten med var sitt funktionsduglighetsbegrepp <151>; denna distinktion associeras till distinktionen mellan det objektiva och det subjektiva. Nu kan Nordins tes om individens herravälde över funktionsdugligheten ges följande tolkning: teknikkonsumentens subjektivitet är lika mycket värd som teknikproducentens subjektivitet. 'Ingen ska försöka inbilla mig att min penna inte är användbar bara för att den inte fungerar tillräckligt bra i internteknisk mening', utropar Nordin, och menar att tesen om individens herravälde över funktionsdugligheten därigenom har bevisats <151>.

Denna tankegång fullbordar förstörelsen av begreppet funktionsduglighet i Nordins begreppsapparat. Den sociologiska relationen mellan producenter och konsumenter har inget göra med det kunskapsteoretiska problemet med den teknologiska forskningens objektivitet; funktionsduglighetsbegreppets objektivitet är inte teknikproducentens subjektivitet.

Här kan man anföra en rad uppenbara argument för att tex olika definitioner av begreppet "funktionsduglig bil" motsvarar olika subjektiva omständigheter och behov. Det är naturligtvis inte min mening att förneka detta: användningen av en funktionsduglig teknik realiserar en subjektiv önskan. Men iakttagelsen att målsättningar är subjektiva, innebär inte att relationen mellan mål och medel är något subjektivt. Det är därför 'kravet på funktionsduglighet' utgör en begränsning av 'totalsubjektivismen' (§3) och skälet till att vi inte bör acceptera Nordins åsikt att 'individens suveränitet måste...inkludera även funktionsdugligheten'.

Nordin skriver att 'hur än de praktiska problemen uppfattas, så måste de vara uppfattade av något subjekt. Och detta faktum svarar för det subjektiva elementet i begreppet användbarhet' <148>. Men var är det objektiva elementet? Nordin tycks mena, att hur än ett praktiska problem uppfattas, så är det omöjligt att finna ett objektivt element. Men ett problem är inte subjektivt enbart därför att det uppfattas av ett subjekt.

Nordins analys är följden av ett medvetet metodologiskt ställningstagande; han vill inte göra en distinktion mellan den sociologiska och kunskapsteoretiska aspekten av teknologisk forskning⁸:

'Där vetenskapen är enbart teoriberoende, är teknologin samhällsberoende och kulturberoende... Detta kulturberoende måste ingå som en viktig del i teknikens "logik"' <Nordin 1983:21>.

Teknikens tänkta användning har avgörande betydelse för den teknologiska forskningens logik. Vad som är okontroversiellt i denna åsikt är att sanning och funktionsduglighet är skilda begrepp och att objektivitetsproblemet därför är annorlunda i vetenskapen än i teknologin. Men denna skillnad implicerar inte Nordins metodologiska ställningstagande.

Antag att den suveräne individen önskar köra bil på månen. Men en bil som fungerar på jorden fungerar inte på månen; bilens motor kräver en atmosfär som saknas på månen. Denna relation mellan en teknik och dess omgivning är en objektiv relation som kan studeras vetenskapligt. De olika möjligheterna att få en bil att fungera också på månen kan klargöras av den teknologiska forskningen. Men varför skulle logiken och metoden i denna undersökning bestämmas av den suveräne individens subjektiva önskan? Om den suveräne individens önskan ska kunna realiseras måste den motsvaras av en objektiv möjlighet och teknologin är en metod att utforska sådana objektiva möjligheter. I denna mening är funktionsdugligheten, och inte användbarheten, teknologins mål.

Enligt min mening har Nordin rätt när han påstår att 'tekno-

login egentligen inte har några egna problem' <117>. En önskan att köra bil på månen är inte teknologins önskan; teknologin är en metod att realisera icke-teknologiska målsättningar. I denna sociologiska mening är användbarhet teknologins målsättning. Men det faktum att teknologin undersöker de objektiva betingelserna för att realisera en subjektiv önskan innebär inte att dessa objektiva betingelser är något subjektivt.

Jag har tidigare citerat Nordins problemställning 'det vi är ute efter är kriterier för teknikens tänkta användning och dessas betydelse för den teknologiska forskningens logik'. Min slutsats är att dessa kriterier visserligen har stor betydelse för den teknologiska forskningens inriktning, men att de saknar betydelse för förståelsen av den teknologiska forskningens logik. Läran om användbarhetsbegreppets logik och läran om den suveräne individen hör inte hemma i en filosofisk teori om teknologin som kunskapsform.

II DEN TEKNOLOGISKA FORSKNINGENS LOGIK

Nordin påstår att det är ett empiriskt faktum att teknologin följer en induktiv metod (§1). Ur metodologisk synvinkel är detta en egendomlig åsikt: filosofins uppgift är att ge en analys av en viss praxis och en sådan analys bygger på vissa begreppsliga utgångspunkter. Påståendet om teknologins induktiva karaktär är inte följderna av Nordins empiriska observationer av teknologin utan av hans begreppsliga utgångspunkter. I §§2-5 har vi sett, att Nordins begreppssystem har mycket allvarliga brister och i detta avsnitt ska vi se hur tesen om induktionen som den centrala mekanismen i den teknologiska forskningen, som är en följd av detta begreppssystem, leder till en osannolik och verklighetsfrämmande tolkning av teknologisk praxis.

§6 Teorier och regler

Nordin skriver att 'problemet är på vad sätt sanning är kopplat till begreppet funktionsduglighet' <137>. Idén om

en "koppling" har sitt ursprung i tanken, att praktiskt handlande förutsätter kunskap, och att denna kunskap bör vara sann om det praktiska handlandet ska kunna vara framgångsrikt. Därför är teknologi tillämpad vetenskap. Nordins teori är ett exempel på detta synsätt: grunden för hans analys är att praktiskt handlande är att handla som om en viss kunskap är sann <166-7>.

Denna situation kan beskrivas med hjälp av följande logiska modell:

(T) A orsakar B

(R) om B önskas, gör A

Modellen kan betraktas som det mest primitiva och abstrakta sättet att karakterisera skillnaden mellan vetenskap och teknologi. Vetenskapens uppgift är att undersöka sanningen hos teorin (T), medan teknologins uppgift är att undersöka funktionsdugligheten hos regeln (R). Ur denna synvinkel är den logiska skillnaden mellan regler och teorier avgörande för förståelsen av skillnaden mellan vetenskap och teknologi.

Påståendet "alla svanar är vita" kan uppfattas antingen som en teori eller som en regel (i detta fall som en definition). Om det nu dyker upp en svart svan, har teorin falsifierats, men regeln kan, om man så önskar, behålla sin giltighet. Den som väljer att uppfatta påståendet som en regel, kommer att säga "detta djur kan inte vara en svan, eftersom djuret är svart". En regel har inget sanningsvärde.

Detta förhållande vållar Nordin mycket bekymmer; han konstaterar att 'Popper överger sin falsifikationistiska linje då det gäller teknologin' och det är otillfredställande eftersom 'frågetecknen kvarstår' <126>. Frågan är nämligen, hur vi kan veta att regeln (R), som Nordin kallar 'applikationen av teorin', ska visa sig stämma. Detta är, med andra ord, en primitiv form av problemet med att garantera funktionsduglighet: hur kan vi veta, att det önskvärda B faktiskt uppkommer, om vi gör A? Eftersom regler saknar sanningsvärde, kan vi inte lösa detta problem genom att försöka garantera sanningen hos regeln (R).

Här anser jag att man måste uttrycka sin förvåning över Nordins sätt att filosofera. Iakttagelsen att Popper överger falsifikationens, när det gäller teknologin, ger inte upphov till någon seriös analys eller diskussion av Poppers uppfattning; i stället blir denna iakttagelse utgångspunkten för något, som kunde kallas ett filosofiskt kåseri <124-7>. Detta är desto mer märkligt som ämnet för kåseriet är de idéer som utgör grundvalen för Nordins teori om induktionens avgörande betydelse för teknologin. Den väsentliga slutsatsen av detta kåseri är åsikten att relationen mellan "det önskvärda B" och "att göra A", och därmed också begreppet funktionsduglighet, är en empirisk relation, en korrelation som måste verifieras genom en evidensmängd. De katastrofala följderna av denna åsikt har jag redan diskuterat i §§ 1-2.

Nordin tycks anse att hans teori om induktionen är ett sätt att rätta ut frågetecknen som Popper lämnat efter sig. Nordin konstaterar att Poppers teori om vetenskapen 'kontrasterar skarpt' mot Nordins egen teori om induktionen inom teknologin och han säger sedan

'Detta innebär dock inte någon oförenlighet mellan Poppers falsifikationistiska syn på vetenskapen och min induktiva syn på teknologin. Tvärt om. Om Poppers teori om vetenskapen är korrekt, så kan man...ta detta som ytterligare ett argument för tesen att vetenskap och teknologi är två fundamentalt skilda verksamheter' <122>.

Falsifikationism i vetenskapen motsäger inte induktion inom teknologin; tvärtom är just detta skillnaden mellan vetenskap och teknologi. Men Nordins åsikt är ytterst egendomlig: detta inser man omedelbart genom att fråga sig varför det, som enligt Popper inte kan falsifieras, skulle behöva induktivt stöd. Nordin inser inte att Poppers teori är en teori om både (T) och (R), och att Poppers analys av (R) motsäger Nordins induktiva teori.

I Poppers terminologi är distinktionen mellan (T) och (R) en skillnad mellan 'pure theories' och 'technological computation rules'. Poppers tes är att 'instruments, even theories in so far as they are instruments, cannot be refuted'. En

undersökning av sanningen hos (T) skiljer sig från en undersökning av giltigheten hos (R); därför skiljer sig en testning av (T) från en testning av (R):

'it hardly makes sense to say that we submit an instrument to the severest tests in order to reject it if it does not stand up to them: every air frame can be "tested to destruction", but this severe test is undertaken not in order to reject every air frame when it is destroyed to obtain information about the frame...so that it can be used within the limits of its applicability'⁹.

Om vi gör A, och det önskvärda B uteblir, har vi alltså lärt oss något om 'the applicability' av (R). Enligt Nor skulle vi i stället erhålla evidens för korrelationen mellan "att göra A" och "det önskvärda B". I motsats till Nor inser Popper att en testning av (R) är en testning, i av en teori eller korrelation, utan av ett medel¹⁰.

En diskussion av skillnaden mellan teknologi och vetenskap måste utgå från denna grundläggande skillnad mellan testning av teorier och testning av teknik. Teknologins mål är att konstruera medel; uppgiften blir därför att undersöka vilka betingelserna för att en teknik A verkligen realiserar målsättningen. Dessa betingelser utgörs av en definition "funktionsduglighet som A". När teknologen har funnit sådan definition, kan han påstå, att det materiella t eller process, som motsvarar (§§ 7-8) denna definition med nödvändighet kommer att realisera målsättningen (§§9-1

Det är lätt att ge exempel på ett tekniskt förfarande ibland realiserar sin målsättning, ibland inte, utan vi kan förklara anledningen till detta. Denna iakttagelse är emellertid inte någon invändning mot vår analys, den visar på vikten av att skilja mellan teknisk och teknologisk verksamhet. Ur teknologisk synvinkel är en sådan teknik irrationell och teknologins mål blir att förbättra den teknik, så att definitionen av dess funktionsduglighet blir exakt. Att realisera detta ideal innebär, grovt talat, att uppnå en situation där det alltid blir möjligt att förklara en utebliven målpuppfyllelse genom att det materiella tin

eller processen på något sätt avvikit från sin funktionsduglighetsdefinition. Detta ideal kan därför förstås som en regulativ princip för teknologisk forskning (§10). Modern teknik, resultatet av den teknologiska forskningen, uppfyller i allmänhet detta ideal.

§7 Idén om teknik som tillämpad vetenskap

Den logiska modell vi diskuterade i §6 är naturligtvis mycket primitiv och utgör inte någon teori om den verkliga teknologin. Men den har betydelse som en logisk grundval för många begrepp vi använder oss av när vi talar om teknologin; i synnerhet för idén om tillämpad vetenskap. Följande definition är en direkt konsekvens av modellen:

(15) Tillämpad vetenskap är att använda (T) som (R)
Nordin analys av relationen mellan vetenskap och teknologi är baserad på (15). Nordin definierar begreppet "en teknik är baserad på en teori" <139>, begreppet "en teknik fungerar i enlighet med en teori" <140> och begreppet "användbar kunskap" <166>. Dessa definitioner är helt enkelt olika versioner av den logiska modellen; Nordin säger också, att han endast ger en 'begränsad definition' av begreppen för att 'förenkla det hela' <139>.

Om en sådan förenkling är rimlig och fruktbar; måste man anta, att den enkla modellen skulle kunna vidareutvecklas och generaliseras till att gälla också verkliga exempel på teknologisk forskning. En sådan vidareutveckling innebär, grovt talat, att förvandla idén (15) till en allmängiltig definition av begreppet funktionsduglighet.

Nordin gör vissa uttalanden som kan förstås som försök att utveckla den enkla modellen på detta sätt. Han ställer frågan, om en teknik (R), som baseras på (T), skulle kunna falsifiera (T) om det visar sig att teknik (R) inte fungerar, och svaret lyder

'om vi...med säkerhet visste att den teknik som baserades på teorin inte fungerade, så skulle detta förvisso vara tillräckligt för att falsifiera teorin. Den tekniska funk-

tionsdugligheten skulle då vara att betrakta som en instansiering av den allmänna lagen... Om tekniken involverar mer en en teori...så följer naturligtvis bara att någon av dessa är falsk' <141, min kursivering>.

Det strider mot normalt filosofiskt språkbruk att kalla (R) för en instansiering av (T)¹¹. Men om vi accepterar detta språkbruk, skulle en generalisering av (15) och därmed en allmängiltig definition av funktionsduglighet som tillämpad vetenskap, kunna formuleras på följande sätt:

(16) Funktionsduglighet som A är en instansiering av en teori eller en mängd teorier.

Ur en viss synvinkel är idén (16) både naturlig och närliggande: en teknik är en del av verkligheten och som sådan underkastad naturlagarna. Vad som händer med en teknik kan i princip ges en vetenskaplig förklaring precis som alla andra händelser. I denna mening 'involverar' en teknik olika teorier. Men implicerar detta att funktionsdugligheten är en 'instansiering' av dessa teorier? Denna fråga visar på en avgörande svaghet i idén (16).

Ferguson har påpekat att 'pyramids, cathedrals, and rockets exist not because of geometry, theory of structures, or thermodynamics, but because they were first a picture in the minds of those who built them'. En 'picture' är en föreställning om hur ett praktiskt problem kan lösas: 'the early designers of motorcycles could not ask science to tell them where to put engine, battery, fuel tank, and spark coil; they had to make their choices on other grounds'¹². Dessa påståenden uttrycker insikten att teknik är en artificiell organisation av materiella ting eller processer. En sådan artificiell ordning, eller design¹³, är inte, som Ferguson påpekar, tillämpad vetenskap. En given teknik är en instansiering, inte av en mängd teorier, utan av en viss design. Denna iakttagelse är grunden för den kritik av idén om tillämpad vetenskap, som framförts av många teknikhistoriker.

Layton har definierat begreppet design på följande sätt:

'Design...is, as both Aristotele and modern engineers have held, an attribute of a human being which may be

expressed in an object but which is not identical with the object itself. At the outset, design is an adaption of means to some preconceived end. This I take to be the central purpose of technology'¹⁴.

Laytons formulering sammanfattar på ett utmärkt sätt innebörden av begreppet design ur logisk och kunskapsteoretisk synvinkel. Dessa egenskaper hos begreppet design visar att det är möjligt att göra en distinktion mellan teknologi och vetenskap av rent kunskapsteoretiska skäl. Idén om teknologi som tillämpad vetenskap vilar ytterst på antagandet att en sådan distinktion inte kan göras.

Problemet med 'hur teknologin kan tänkas tillgodogöra sig vetenskap på olika sätt' <166> är inte rätt utgångspunkt för en diskussion av teknologin som kunskapsform. I stället bör vi säga att problemet är att analysera skillnaden mellan de två kunskapsformerna vetenskap och teknologi. Denna uppgift består i att studera de logiska och kunskapsteoretiska skillnaderna mellan en verksamhet, som syftar till att finna sanna teorier, och en verksamhet, som syftar till att finna funktionsdugliga lösningar på praktiska problem. Ur metodologisk synvinkel har därför frågan om teknologins logiska och kunskapsteoretiska förutsättningar prioritet över frågan om hur teknologin kan assimilera eller använda vetenskapliga kunskaper. Denna insikt är enligt min mening grundläggande för en diskussion om teknologins natur.

§8 Garantier för teknisk funktionsduglighet

Vi såg i §2, att förmågan hos Teknik A att realisera sin målsättning, är ett kriterium på funktionsdugligheten hos teknik A. En förutsägelse om att teknik A kommer att fungera, bygger därför på följande princip:

- (17) Om teknik A är funktionsduglig som A, kommer teknik A med nödvändighet att realisera sin målsättning.

I §10 kommer (17) att tolkas som en regulativ princip för teknologisk forskning. Innebörden av (17) är emellertid oklar därför att uttryck som "fungera", "funktionsduglighetsförlust" och "sin målsättning" ger upphov till begreppsliga problem, som vi nu ska diskutera i §§8-9.

En teknik kan drabbas av en funktionsduglighetsförlust av flera olika slags orsaker. Många av dem har en sådan karaktär att det inte kan anses vara teknologins uppgift att garantera att sådana händelser inte inträffar. Min bil kan förlora sin funktionsduglighet till följd av ett meteoritnedslag, men att garantera funktionsduglighet innebär inte att garantera, att sådana händelser inte kan inträffa. Det är därför nödvändigt att göra en distinktion mellan teknologiskt relevanta och irrelevanta händelser. Nordin gör emellertid inte sådana distinktioner <131-3>; allting smälter samman till ett "induktionsproblem". Nordin säger sammanfattningsvis att han vill 'peka på några av de svårigheter som möter en rationalistisk beskrivning av praktiskt handlande' <134>. Men detta är ett mycket mer omfattande problem än problemet hur teknologin kan garantera teknikens funktionsduglighet; sådana garantier är inte samma sak som att göra förutsägelser om framtiden i största allmänhet. Frågan om giltigheten av förutsägelser enligt principen (17) måste begränsas till teknologiskt relevanta händelser.

Ur logisk synvinkel är det möjligt att göra en distinktion mellan två olika typer av förklaringar till varför teknik A inte realiserar sin målsättning eller drabbas av en funktionsduglighetsförlust. Antingen kan detta bero på: (a) Att funktionsduglighetsdefinitionen för Teknik A är felaktig, en möjlighet vi ska diskutera i §9; eller (b) Att teknik A förlorar sin funktionsduglighet av någon annan anledning. Distinktionen mellan dessa två typfall är flytande i den meningen att ett konkret fall av funktionsduglighetsförlust ofta kan uppfattas antingen på det ena eller andra sättet.

Om en härds smälta uppstår pga ett operatörsfel, kan man påstå, att orsaken var, inte kraftverkets funktionsduglighetsdefinition, utan operatörens felaktiga användning av denna teknik. Å andra sidan kan man hävda, att kärnkraftverk borde vara så konstruerade, att härds smältor pga operatörsfel omöjliggörs. En funktionsduglighetsförlust kan uppfattas som typ (a) av flera olika skäl: strävan efter ökad effektivitet eller försök att eliminera den mänskliga faktorn, är några

exempel. Ur kunskapsteoretisk synvinkel har funktionsduglighetsförluster av typ (a), som inte kan tolkas som typ (b), ett speciellt intresse (§9).

Att garantera, att en teknologiskt relevant händelse som förorsakar en funktionsduglighetsförlust av typ (b) inte kommer att inträffa, är inte ett induktionsproblem. Denna uppgift består i att garantera att teknik A överensstämmer med sitt begrepp. Det moderna samhället är fullt av tekniska arrangemang som ska uppfylla olika funktionsduglighetsdefinitioner. Ett tekniskt ting bevarar inte av sig själv sin överensstämmelse med sitt begrepp utan människan måste ta ansvar för att denna överensstämmelse upprätthålls.

Denna typ av garantier tar formen av service, underhåll eller säkerhetskontroller. Att garantera, att ett gammalt flygplan inte har drabbats av en utmattningseffekt i vingarna, ger inte upphov till ett induktionsproblem i betydelsen Humes problem. Inte heller bilprovning, eller en regelbunden kontroll av piloters hälsotillstånd. Att påstå, att garantandet av min bils framtida funktionsduglighet, skulle grunda sig på en induktiv slutledning (§1) från de tillfällena bilen tidigare använts, är rent nonsens.

Om jag vill ha garantier för min bils framtida funktionsduglighet, låter jag en bilmekaniker undersöka om min bil överensstämmer med sitt begrepp. En sådan säkerhetskontroll kan naturligtvis misslyckas i den meningen att bilmekanikern kan förbise någon skillnad mellan hur min bil är och hur den borde vara. Risken för detta, kan man hävda, ger upphov till ett induktionsproblem. Nordin påstår t ex att risken för flygolyckor aktualiserar ett induktionsproblem <132>¹⁵. Denna tes ska jag inte diskutera; det är nämligen uppenbart att induktion, om detta begrepp används i betydelsen riskbedömning, inte är 'den teknologiska forskningens centrala mekanism'. Om det finns ett teknologiskt induktionsproblem måste detta uppkomma i samband med funktionsduglighetsförluster av typ (a) och denna möjlighet ska vi diskutera i nästa paragraf.

§9 Falsifiering av funktionsduglighetsdefinitioner

Den 7/11 1940 rasade bron över Tacoma Narrows i Washington oväntat ihop: 'it was first established that the bridge had been designed and built completely in accordance with existing codes and rules' och därför blev denna händelse 'a shock to bridge engineers all over the world'¹⁶. En funktionsduglighetsförlust av typ (b) innebär att en teknik, betraktad som materiellt föremål, upphör att överensstämma med sin funktionsduglighetsdefinition av någon yttre orsak som en felanvändning eller en olycka. Men denna händelse kan inte uppfattas på detta sätt; bronns sammanbrott var en konsekvens av dess funktionsduglighetsdefinition.

I §7 konstaterade vi att en teknik, även om den är något artificiellt, också är en del av verkligheten. Bronns sammanbrott var en händelse i den fysiska verkligheten som kan ges en normal vetenskaplig förklaring: en viss vindstyrka, som initierade en svängning som motsvarade bronns resonansfrekvens, var orsaken till att bron blev en självförstörande bro, 'a dancing bridge'.

Utgångspunkten för denna uppsats, och för min kritik av Nordins teori, är iakttagelsen att orsaksrelationer skiljer sig från relationer mellan mål och medel. Det är inte tillräckligt att förstå bronns sammanbrott som en fysisk händelse. Vi måste också förstå bronns sammanbrott som ett exempel på att en funktionsduglig teknik inte realiserade sin målsättning. Frågan är därför om bronns sammanbrott är att betrakta som en falsifierande instans till en funktionsduglighetsdefinition eller en relation mellan mål och medel.

Nordins teori förutsätter att sådana händelser kan betraktas som falsifierande instanser. Om en teknik 'appliceras' och en avsedd effekt uppkommer, har vi erhållit 'positiv evidens'. Man måste fråga "Positiv evidens för vad?". Svaret är positiv evidens för en viss korrelation mellan mål och medel (§1). Ur logisk synvinkel innebär detta, att en korrelation mellan mål och medel påstås vara samma sorts korre-

lation som t ex en korrelation mellan alkoholism och en olycklig barndom. Idén om sådana korrelationer förutsätter möjligheten av falsifierande instanser; i detta fall att tekniken 'applicerats', men den avsedda effekten uteblivit.

Tanken, att en relation mellan mål och medel kan ha falsifierande instanser, bygger på en analogi mellan teorier och funktionsduglighetsdefinitioner: precis som överensstämmelse med verkligheten är kriteriet på sanningen hos en teori, är realiserandet av målsättningen kriteriet på "sanningen" hos en funktionsduglighetsdefinition. Denna analogi spelar en central roll i Nordins teknikfilosofi; "sanning" uppfattas som 'positiv evidens' för relationen mellan mål och medel (§§1-2, 6). Därför blir relationen mellan mål och medel en empirisk relation som aktualiserar ett induktionsproblem. Men denna analogi är oriktig och skälet till detta är, paradoxalt nog, det som är sant i idén om användbarhetsbegreppets relativitet. En målsättning är subjektiv och därför inte grundvalen för en falsifikation av något.

Nordin skriver att 'funktionsduglighet och användbarhet är något relativt. Så ej sanningen' <131>. Men detta innebär inte att relationen mellan brons funktionsduglighetsdefinition och fenomenet 'a dancing bridge' är något relativt eller subjektivt (§5). Fenomenet 'a dancing bridge' var en objektiv konsekvens av brons funktionsduglighetsdefinition. Men man kan inte säga, att brons sammanbrott var både en falsifierande instans och en objektiv konsekvens av brons funktionsduglighetsdefinition. Begreppet falsifikation har ingen mening i detta sammanhang; som vi redan sett, är detta skälet till Poppers ställningstagande (§6).

Det finns objektiva konsekvenser, men inga objektiva målsättningar. En målsättning kan överensstämma, eller inte överensstämma, med en objektiv konsekvens. En person, som önskar sig 'a dancing bridge', har ingen anledning att klaga på brons funktionsduglighetsdefinition. Detta visar, att begrepp som "fungera" eller "målsättning", ger upphov till besvärliga logiska problem.

Vi har att göra med två olika slags relationer mellan mål och medel: (c) Relationen mellan en teknik och dess objektiva konsekvenser; och (d) Relationen mellan en objektiv konsekvens och en subjektiv målsättning. Om en teknik inte realiserar sin målsättning, i betydelsen (d), är detta inte något skäl att säga, att vi har en falsifierande instans till en relation (c). En funktionsduglighetsförlust av typ (a) uppkommer pga problem med relation (d), medan en funktionsduglighetsförlust av typ (b) uppkommer pga problem med relation (c). Det är, med andra ord, en skillnad mellan en oönskad objektiv konsekvens och en utebliven objektiv konsekvens. Påståendet "Teknik A fungerar inte" kan därför ha två helt olika betydelser.

För att sammanfatta: det finns inget teknologiskt induktionsproblem eftersom varken relation (c) eller (d) utgör empiriska korrelationer, som meningsfullt kan tillskrivas möjliga falsifierande instanser. Problemet med 'positiv evidens' för korrelationer mellan mål och medel existerar inte.

§10 Vetenskapliga och teknologiska garantier

Teknologen utfärdar garantier av typen "detta kärnkraftverk kan inte drabbas av en härdsälta". I §8 konstaterade vi att en sådan garanti inte är en förutsägelse om framtiden i största allmänhet; teknologen garanterar inte omöjligheten av en härdsälta till följd av krigshandlingar eller jordbävning. Teknologen garanterar relation (d): det kan inte finnas några objektiva konsekvenser som strider mot kraftverkets målsättning.

Det är viktigt att observera skillnaden mellan uttrycken "en härdsälta kommer inte att inträffa" och "en härdsälta kan inte inträffa". Detta avspeglar en skillnad mellan två olika garantibegrepp, som karakteriserar den kunskapsteoretiska skillnaden mellan vetenskap och teknologi.

Vad innebär en garanti för en relation (d) ur kunskapsteoretisk synvinkel? Ett sätt att belysa¹⁷ denna fråga, är

att jämföra den vetenskapliga idén att "allting har en orsak" med den teknologiska idén att "det som är funktionsdugligt måste fungera". Idén att allt har en orsak, principen om determinism, brukar ofta tolkas som en regulativ princip:

'The function of the principle so interpreted is to make explicit a generalized goal of inquiry and to formulate in general terms a condition that premises proposed as explanations are required to satisfy...the principle is a directive, instucting us to search for explanations possessing certain broadly delimited features'¹⁸.

Den teknologiska idén, att det som är funktionsdugligt måste fungera, kan på motsvarande sätt uppfattas som en regulativ princip för den teknologiska forskningen.

Vetenskapen söker empiriskt sanna samband mellan orsak och verkan, medan teknologen söker en nödvändig relation mellan mål och medel. En vetenskapsman kan felaktigt tro att han funnit en sann teori, teknologen kan, på motsvarande sätt, felaktigt tro att han funnit en nödvändig relation mellan mål och medel. Möjligheten att teknologen kan missta sig är emellertid inte ett argument för förekomsten av ett induktionsproblem. Den väsentliga synpunkten är att vi har att göra med olika 'generalized goals of inquiry', och därför också en principiell skillnad mellan att garantera sanningen hos en teori och att garantera funktionsdugligheten hos en teknik. En funktionsduglighetsdefinition är inte en teori, utan en design eller mängd av regler, som teknologen har skapat; den nödvändiga relationen mellan mål och medel är hans 'generalized goal of inquiry'. Låt oss först notera den logiska skillnaden mellan dessa garantibegrepp, och sedan två viktiga kunskapsteoretiska skillnader mellan vetenskap och teknologi.

Problemet med att påstå att en empirisk lag är sann, är att vi lätt kan tänka oss logiskt möjliga händelser, som skulle falsifiera lagen om de inträffade. Tyngdlagen säger oss att alla föremål faller till marken; men vi kan lätt tänka oss en situation där bilar svävade mot skyn som ballonger. Lagen tycks vara sann därför att dessa falsifierande

händelser aldrig inträffar. Induktionsproblemet är iakttagelsen, att även om lagen visar sig sann i ett stort antal fall, kan vi ändå inte rättfärdiga slutsatsen att dessa falsifierande händelser är omöjliga. Därför kan inte lagens sanning garanteras.

Men inte alla generella påståenden har denna karaktär; ett exempel är "alla människor har två föräldrar". Det vore konstigt att säga, att vi tror på detta påstående enbart därför att alla människor vi känner till har visat sig ha två föräldrar. I detta fall är det nämligen svårt att ens tänka sig vad som skulle anses utgöra en falsifierande instans. Under vilka omständigheter skulle vi acceptera påståendet "denna människa har inte två föräldrar" som en sanning? Garantin för denna typ av påståenden vilar inte på induktivt stöd, utan på frånvaron av möjliga falsifierande instanser.

Begreppet "logiskt möjlig falsifierande instans" är svårt att precisera. Men problemen med detta begrepp påverkar inte den principiella skillnaden mellan de två garantibegreppen. Teknologen strävar efter att nödvändiggöra en relation mellan mål och medel genom att systematiskt eliminera oönskade objektiva konsekvenser; resultatet av detta blir ett garantibegrepp, som vilar på frånvaron av tänkbara problem med relation (d). Det blir otänkbart att teknik A inte skulle kunna realisera sin målsättning, i samma mening, som det är otänkbart att vi skulle kunna träffa på en människa som inte har två föräldrar.

En vetenskapsman, som konstruerar en teori där falsifierande instanser är otänkbara, vore inte någon riktig vetenskapsman. Hans teori skulle vara förenlig med vad som än hände i verkligheten. Teorin är inte en empirisk teori, och vetenskapsmannen skulle, som Popper framhållit, kunna anklagas för att han ägnar sig åt något annat än vetenskap.

För vetenskapen är målet en teori som är sann, trots att den har ett stort empiriskt innehåll i form av möjliga falsi-

fierande instanser. Men det är inte teknologins mål att skapa en funktionsduglighetsdefinition med ett empiriskt innehåll. Redan detta konstaterande är, enligt min mening, tillräckligt för att rättfärdiga omdömet, att Nordins teori om teknologisk forskning är osannolik och verklighetsfrämmande. Den som konstruerar en bro, önskar naturligtvis utsluta möjligheten av att det finns teknologiskt relevanta händelser, som skulle få bron att rasa. De teknologer, som konstruerade bron över Tacoma Narrows trodde också att man lyckats realisera denna målsättning. Man kan därför säga, att bron sammanbrott var en konfrontation med det otänkbara: teknologen, i motsats till vetenskapsmannen, upplever sina misslyckanden som "chocker" eller "katastrofer".

Eftersom teknologen skapar, inte upptäcker, funktionsduglighetsdefinitioner, kan han eliminera möjliga problem med relation (d). Men vetenskapsmannen kan inte eliminera möjliga falsifierande instanser till sin teori. Teknologen skapar något, som existerar i verkligheten, och som därför står i relation till sin omgivning. Teknologen är herre över sin skapelse i den meningen att han kan välja mellan olika konstruktionsalternativ; det blir möjligt att skapa en relation mellan en konstruktion och den omgivande verkligheten, så att tänkbara oönskade konsekvenser elimineras. Vetenskapsmannen kan inte, på motsvarande sätt, lösa sitt problem genom att välja en teori där falsifierande instanser är otänkbara. Denna situation utgör en avgörande skillnad mellan den vetenskapliga och den teknologiska forskningens logik.

Men det är möjligt att teknologen inte lyckas upptäcka en oönskad konsekvens. Det finns ingen kunskapsteoretisk garanti som utesluter denna möjlighet. Man bör därför säga, som Nordin gör, att den teknologiska rationaliteten har sina gränser. Frågan är emellertid vilken innebörd denna begränsning har ur kunskapsteoretisk synvinkel. Nordins teori är att problemet har sin grund i en induktiv slutledningsprincip som teknologen påstås använda sig av. Med hjälp av denna slutledningsprincip, och en mängd av positiv och negativ evidens, kan relation (c) och (d) garanteras, i den meningen,

att dessa relationer gäller med en tillräckligt hög frekvens. Av de skäl jag försökt utveckla i denna uppsats, förefaller mig denna teori vara i grunden oriktig.

Det Nordin kallar negativ evidens är inte evidens för något, utan visar bara, att den teknologiska forskningen, i det aktuella fallet, ännu inte nått målet att skapa en nödvändig relation mellan mål och medel. Negativ evidens för en relation (d) betyder, att man beslutar sig för att inte använda en teknik med oönskade konsekvenser. Uppgiften för den teknologiska forskningen blir att skapa en ny, eller modifierad, funktionsduglighetsdefinition där den oönskade konsekvensen eliminerats. Den raserade bron över Tacoma Narrows ersattes av en ny bro, som inte kunde bli 'a dancing bridge'. Det är denna forskningsprocess som kan kallas den teknologiska forskningens logik eller teknologins rationalitet.

Nordins slutsats, att det olösbara induktionsproblemet implicerar att det är omöjligt 'att ge en rationell motivering till att den teknologiska forskningen fungerar som den gör' <136>, bekräftar, enligt min mening, omdömet att hans teori är i grunden oriktig. Teknikfilosofins uppgift är att ge en analys av teknologisk praxis, men Nordins slutsats innebär att teknikfilosofin inte kan fullgöra sin egentliga uppgift. Den humanistiska forskningen behöver en teknikfilosofi som kan bidra till förståelsen av den teknologiska kunskapens natur, inte en teknikfilosofi, som deklarerar att en sådan förståelse är omöjlig.

* * * * *

Tack

Denna uppsats kunde inte ha skrivits utan de undersökningar jag blivit i tillfälle att utföra - Tack Svante! - inom ramen för det av Riksbankens Jubileumsfond finansierade projektet "Den tekniska forskningens natur" vid KTH, Avdelningen för Teknik- och Vetenskapshistoria. Olle Edqvist har läst ett utkast till uppsatsen och gjort många värdefulla

påpekanden, som tvingat mig att precisera och klargöra flera av uppsatsens centrala tankegångar.

Noter

Not 1: Sidhänvisningar inom "<>" är till "Teknologins rationalitet: En teori om teknikens struktur och dynamik" (Timbro/Göteborg 1988). Nordins tidigare teknikfilosofiska arbeten är "Teknologi, vetenskap och ad hoc-hypoteser", i: Hansson /red/ Metod eller Anarki (Lund 1980); och "Vad är teknik?", Tema T rapport 3 (Linköping 1983).

Not 2: Den teknologiska forskningen diskuteras i kapitel III i Nordins bok. I de första två kapitlen diskuteras relationen mellan interna och externa faktorer i vetenskapen och dess forskningspolitiska konsekvenser. I de två avslutande kapitlen diskuteras teknikens utveckling som sociologiskt och teknikpolitiskt problem.

Not 3: En översikt av diskussionen om denna fråga, som tar hänsyn till både den filosofiska och historiska aspekten, finner man i inledningen till antologin Laudan /ed/ "The Nature of Technological knowledge" (Dordrecht 1984).

Not 4: I §4 ska vi undersöka i vilken utsträckning det teknikbegrepp Nordin faktiskt använder överensstämmer med denna definition.

Not 5: I en viss mening kan det sägas, att det finns en möjlighet att en funktionsduglig teknik inte ger upphov till "avsedd effekt". Detta diskuterar jag inte här, utan i §§8-9, eftersom denna möjlighet saknar relevans för min principiella invändning mot Nordins konstruktion. Min invändning är en logisk anmärkning om innebörden av relationen mellan mål och medel, men detta är i sig ingen teori om tekniken eller teknologin. Däremot bör en teori om den teknologiska forskningens natur vara konsistent med denna logiska insikt; i §§6-10 kommer jag att försöka antyda hur en sådan konstruktion kan utföras.

Not 6: Nordin tycks inte vara medveten om att begreppet samma teknik utgör ett problem. En person som kan definiera begreppet däggdjur, men är oförmögen att avgöra om en elefant är samma sorts däggdjur som en tiger, skulle ha en mycket

ofullständig kunskap om däggdjur. Av liknande skäl måste en definition av begreppet teknik kompletteras med en förståelse av begreppet samma teknik. De komplicerade och svåra logiska problemen i samband med begreppet samma teknik är en viktig orsak till att teknikbegreppet är problematiskt.

Not 7: Jag vill endast övertyga läsaren att en sådan distinktion är möjlig och nödvändig. I övrigt lämnar min diskussion flera frågor obesvarade; det är inte min avsikt att försöka framlägga en uttömmande analys av dessa begreppsliga problem.

Not 8: Frånvaron av en distinktion mellan filosofi och sociologi i Nordins teori får många egendomliga konsekvenser; hans sociologiska teori om teknikens utveckling, "paraprax-teorin", påstås vara 'mer eller mindre en logisk följd' <216> av Kuhns vetenskapsfilosofi. Idén att filosofi inte är en empirisk vetenskap, har länge varit ett allmänt accepterat metodologiskt ställningstagande; filosofi är inte sociologi. Relationen mellan filosofi och sociologi består i att filosofin är sociologins vetenskapsfilosofi. Ett studium av sid 216-37 i Nordins bok ger en god bild av vad som händer när denna metodologiska princip inte respekteras.

Not 9: Popper, "Conjectures and Refutations", 4:e uppl 1972, sid 113.

Not 10: Man kan också tala om testningen som en testning av kunskapen om ett medel, som Popper i det nyss citerade exemplet, kallar 'a theory about the frame'. Men att använda begreppet teori här, innebär att en testning är en testning av både en teori och det teorin är en teori om. Begreppet "teori om teknik A" medför komplikationer som är säregna för teknologin som kunskapsform. Denna viktiga fråga kan jag inte diskutera här, men jag hoppas kunna återkomma till detta problem i en senare artikel i POLHEM.

Not 11: I Nordins begreppsapparat smälter begreppen "regel" och "instans av en teori" samman till det diffusa uttrycket 'applikationen av teorin'. Denna oklara användning av begreppet instans av en teori, gör att Nordins nyss citerade uttalande kan tolkas som "varje exempel på teknikanvändning är ett vetenskapligt experiment", men jag tror inte att detta är Nordins åsikt. Oklarheter av denna typ

är onödiga, eftersom dessa distinktioner är väl kända i litteraturen, t ex

'The doctrine that practice is the touchstone of a theory relies on a misunderstanding of both practice and theory, on a confusion between practice and experiment and a associated confusion between rule and theory. The question "Does it work?"...is impertinent in respect of theories' <M Bunge, "Technology as applied science", i: Rapp /ed/ Contributions to a Philosophy of Technology (Dordrecht 1974), sid 27>

En teori om teknologi som tillämpad vetenskap, som i motsats till Nordins teori, tar hänsyn till elementära distinktioner, leder till en komplicerad problematik. Men detta kan jag inte försöka diskutera här.

Not 12: E Ferguson, "The Mind's Eye: Nonverbal Thought in Technology" i: Science, Vol 197 (1977), sid 827.

Not 13: Det försvenskade ordet design betyder "formgivning av estetiska skäl". I den teknikhistoriska litteraturen används design i en betydelse som liknar begreppet "funktionsduglighetsdefinition", som jag använder i denna uppsats. Men jag diskuterar inte förhållandet mellan dessa två begrepp.

Not 14: E T Layton, "Technology as Knowledge", i: Technology & Culture, Vol 15 (1974), sid 37.

Not 15: Nordin skiljer inte på begreppet "garantera funktionsduglighet" och "sannolikheten för att teknikanvändningen ger önskat resultat". Detta suddar ut väsentliga distinktioner. Därför blir begreppet induktion utsatt för svåra påfrestningar i Nordins begreppsapparat; induktion är något 'varje sannolikhetsberäkning' <131> förutsätter och något som aktualiserar Humes problem.

Not 16: J Hult, "Technical Disasters - Impact on Research and Society", i: Technology and its Impact on Society (Tekniska Museet: Sthlm 1987), sid 265.

Not 17: Här antyder jag bara några problemställningar, utan anspråk på att föra en djupgående diskussion av dem.

Not 18: E Nagel, "The Structure of Science" (New York 1961), sid 322.

Jan Hult, Svante Lindqvist, Wilhelm Odelberg, Sven Rydberg, *Svensk teknikkhistoria*. Gidlunds Bokförlag, Hedemora 1989. 363 s.

Svensk teknikkhistorie i dag

Teknikkhistorie er et fagområde som internasjonalt er i ekspansjon, og der det i dag skjer en interessant faglig utvikling. Stort sett kan vi vel si at den teknikkhistoriske interesse opprinnelig er utviklet innefor de tekniske miljøer. Den teknikkhistorie som ble skrevet i disse miljøene hadde et "internalistisk" preg. Det vil si at den tekniske utvikling ble beskrevet som en utvikling som forgikk relativt isolert fra samfunnsutviklingen forøvrig. Ofte var vekten også på de mer spektakulære oppfinnelser. Moderne teknikkhistorie har imidlertid også en annen rot, nemlig i den sivilisasjonskritiske tradisjon som fremstiller den moderne teknologi som menneskehetens store trussel. Denne tradisjon er langt eldre enn atombomben og de globale forurensningsproblemer, og den er representert ved betydelige diktere og filosofer. Den første "internalistiske" tradisjon er gjerne teknologioptimistisk, mens den andre er ditto pessimistisk. I den første tradisjon betraktes gjerne teknologien som "nøytral", det vil si at man mener å kunne skille mellom teknologien og dens anvendelse. I den annen tradisjon betraktes ikke teknologien som nøytral, tvertimot stiller den bestemte "krav" til sosial organisasjon o.m.m. Det har vært lite kommunikasjon mellom de to tradisjoner. Det er egentlig først i den senere tid vi kan se en bred utvikling mot en profesjonalisering av teknikkhistorien ved at man tar vare på den empiriske tradisjon i den første "skole" og knytter den til det bredere samfunnmessige perspektiv i den annen, samtidig som posisjonene avideologiseras. At posisjonene avideologiseres betyr blant annet at man har satt "nøytraliteten" opp som problem. Det har blitt et program å undersøke hvor "nøytral" teknologien er.

Spørsmålet om teknologiens nøytralitet, henger nøye sammen med problemet om teknologideterminisme, som også er sentralt for den moderne teknikkhistorie. Begge de to tradisjoner som er nevnt har teknologideterministiske overtoner, særlig den teknologipessimistiske. Det vil si at teknologiutviklingen ses på som et relativt autonom, men med store konsekvenser for samfunnsutviklingen.

Når man skulle forsøke å samarbeide de to tendenser kunne man forsåvidt vente at den moderne teknikkhistorie også skulle være preget av teknologideterminisme. Det har den i noen grad vært. Man har vært opptatt av å undersøke den teknologiske utviklings konsekvenser for den sosiale utvikling, og i noen grad også for den kulturelle. Det karakteristiske for situasjonen i dag er imidlertid at man ikke bare har problematisert teknologiens "nøytralitet", men også dens "autonomi". Det vil si at man har satt et spørsmålsteget også ved teknologideterminismen. Som en av den moderne teknikkhistories sentrale figurer, Thomas P. Hughes, har sagt, - man skal ikke spørre om teknologiens virkninger, men om dens årsaker. Programmet er i dag på mange måter å analysere teknologien som en del av - og ikke minst et produkt av - kulturen. Delvis ligger det også i programmet å analysere de teknologiske valg. Kort sagt, programmet er å analysere de samfunnsmessige prosesser gjennom hvilke teknologien formes.

Hvordan faller så den foreliggende bok, *Svensk teknikhistoria*, inn i dette program? For det første er selve det faktum at det skrives en slik bok i seg selv et uttrykk for den voksende interesse for teknologihistorie. Den reflekterer forsåvidt en trend. Det at det i det hele tatt har vært mulig å skrive en slik bok, reflekterer også at det i Sverige finnes et livskraftig miljø for teknikkhistorie. En del grunnlagsarbeid er gjort, og selv om meget gjenstår å gjøre, er det ingen tvil om at grunnlaget er godt nok for å rettfærdiggjøre dette forsøk på syntese. Forsøket rekker også langt. Her er meget å glede seg over.

Boken ligger nærmest den empiriske skole, hvilket er som det bør være. Her er kyndige beskrivelser av den konkrete teknikk. Boken er skrevet av personer med teknisk innsikt, det vil si, personer som også ser nødvendigheten av å arbeide med detaljene. Luftige spekulasjoner er det tilsvarende lite av.

Jeg forstår det slik at det har vært et bevisst program å se teknikken i sammenheng med den samfunnsmessige utvikling. Dette program er også fulgt opp - et godt stykke på vei. Man merker intensjonen gjennom hele boken, og det er flere vellykkede enkeltforsøk på en slik integrerende fremstilling. Allikevel er det på dette plan bokens svakhet ligger. Forfatterne har ikke klart å skape en overgripende helhet ut av boken. Man får et visst

inntrykk av tilfeldighet når det gjelder hva som tas opp, samtidig som formidlingen mellom den tekniske utvikling på de enkelte områder og den mer almene teknologiske og samfunnsmessige utvikling svikter.

De overgripende avsnitt står relativt isolert. Det kan anføres som unnskyldning at forfatterne selv er oppmerksom på svakheten. Det er faktisk flere steder i boken der de unnskylder seg for å ikke ha vært i stand til å levere en bedre fremstilling. Således karakteriserer Rydberg i forordet fremstillingen som "rapsodisk".

Det hviler et visst teknologideterministisk preg over boken. Dette syntes å ha vært programmatisk. I forordet skriver Rydberg at teknikkhistorie er beskrivelse av en hendelsesforløp som "utgör den ofrånkomliga förutsättningen för snart sagt alla väsentliga förändringar som inträffat i samhället". Han sier altså ikke det motsatte, at de vesentlige forandringer i samfunnet er en forutsetning for den retning den tekniske utvikling har tatt. Et annet karakteristisk trekk ved boken er at den formidler en forestilling om at den tekniske utvikling først og fremst hviler på en gradvis utvikling og forbedring av den allerede eksisterende teknikk. Det er ikke nødvendigvis noe galt med en slik lett deterministisk, evolusjonistisk grunnmodell. Svakheten ligger vel heller i at den er for implisitt, og at man eventuelt kunne ha brukt den mer aktivt som grunnlag for en mer integrerende diskusjon av utviklingen på det mer almene plan.

Det er karakteristisk for fremstillingen at de første forfatterne tar utgangspunkt i en teknologisk konservatisme. Det som skal forklares blir endringen. Lindqvist, som behandler 1700-tallet, står i en mellomstilling. Han drøfter en passant teorien om teknologisk konservatisme, således på s. 140 der han klart tar avstand fra at langsom innovasjonsspredning skyldes konservatisme. Ikke desto mindre bruker han konservatisme-argumentet for å forklare den langsomme utvikling såvel i jordbruket (s. 131) som når det gjaldt tilbøyeligheten til å holde fast ved gamle energiformer (s. 146). I annen sammenheng har Lindqvist beklaget at ikke perioden 1790 - 1830 har fått et eget kapittel. Det er nemlig perioden som betegnet gjennombruddet for den moderne teknologi (s. 121). Slik fremstillingen nå fremtrer, blir dette gjennombrudd stående relativt uforklart, - så langt har Lindqvist rett, men leseren står igjen med flere spørsmål. Mener han at denne perioden betegner brudd med en tidligere dominerende og kulturelt betinget teknologisk konservatisme? - Mener han att en nærmere analyse av dette

gjennombrudd måtte bety et brudd med den evolusjonistiske grunnmodell? Vi skulle gjerne ha sett at Lindqvist, med sin brede kunnskap og analytiske evne hadde gått mer energisk inn i disse problemene istedenfor å unnskyldte seg for at han ikke har tatt dem opp.

Jan Hult dekker perioden fra 1815 till 1970. Det er karakteristisk at problemstillingen her er snudd rundt i forhold til de to første forfatterne. Vi har nå, i Lindqvists ord (s. 132), forlatt 1700-tallets lokale dag-for-dag forbedringer, og er inne på 1800-tallets nasjonale ensretting under utenlandsk inflytelse. Problemet blir i denne sammenheng, ikke så meget å forklare endringene, som å forklare mangler på, eller forsinkelsen av, endringer. Hults første problem blir således å forklare den relativt sene industrialiseringen av Sverige. Jeg er ikke overbevist om at problemet er fruktbart stilt. Det kan like godt argumenteres for at Sverige var relativt tidlig ute, i forhold til andre europeiske periferiland. Og i dag fremstår Sverige som et av de mest avanserte industriland, og dessuten som et land som har hatt en meget gunstig sosial utvikling. Man har altså klart å utvikle og nyttiggjøre seg ny teknologi bedre enn de fleste. Hva er årsaken til det? Hults fremstilling gir viktige elementer til en forklaring. Han har også avsnitt, gode avsnitt, der perspektivene utvides. Ikke desto mindre savner vi spesielt i denne siste del av boken et mer samlende perspektiv som basis for en integrering av stoffet.

Hult har utvilsomt hatt den vanskelige oppgaven når det gjelder å integrere stoffet og sette det inn i samfunnsmessig sammenheng. Hans fremstilling demonstrerer på mange måter de problemer den moderne, ambisiøse teknikkhistorie står overfor nettopp når det gjelder integrasjon. Det er et spørsmål om det er grunnlag for å gjøre så meget mer enn det Hult har gjort. Noe mer kunne dog ha vært gjort. Muligheten for en mer systematisk komparasjon med andre land er nevnt. Han kunne også nyttiggjort seg Hughes' begrep om tekniske systemer for å samle trådene. Begrepet er brukt, men karakteristisk nok bare i en begrenset sammenheng (ss. 272-274). I sin siste bok, *American Genesis*, har Hughes selv brukt begrepet som utgangspunkt for en vel integrert fremstilling av den amerikanske tekniske kulturs genese. Et annet mulig grep kunne vært å ta utgangspunkt i Chris. Freeman og andres Schumpeter-inspirerte faseoppdeling av industrilandenes utvikling basert på teknologiske kriterier, og så analysert svensk utvikling mot denne bakgrunn. Man burde nok også mer eksplisitt ha drøftet problemene omkring teknologiens "nøytralitet" og "autonomi", slik

vi var inne på innledningsvis. Forfatterne kunne altså mer energisk ha brukt den senere tids forsøk å teoretisere over den moderne teknologiske utvikling.

Boken gjenspeiler, som sagt, ambisjonene i den moderne teknologihistoriske forskning. I flere henseender lever den også opp til disse ambisjoner. I andre henseender gjør den det ikke. Som en slags oppsummering av teknologihistoriens status i Sverige i dag er den meget verdifull. En slik oversikt representerer også i seg selv et viktig skritt fremover. Man får tydeliggjort såvel styrken som svakheten ved dagens forskning. De kritiske kommentarer som er anført må ikke overskygge den store fortjenester forfatterne har ilagt seg. Boken demonstrerer at Sverige har et bedre teknologihistorisk grunnlag å bygge på enn mange andre land. Den bidrar også i seg selv til å utvide dette grunnlag.

Francis Sejersted

Mats Essemyr, Bruksarbeidernes livsmedelskonsumtion. Forsmarks bruk 1730-1880. Uppsala Studies in Economic History 30, Uppsala 1989, 233 sidor.

Den svenska järnhanterings historia är ett fält som plöjts av många historiker. Studierna har dock i första hand gällt produktion och tillverkningsprocess. När Essemyr nu i sin doktorsavhandling valt att fokusera det näringsintag som arbetarna vid bruken haft, är han således ute i ett mycket vällovligt och önskvärt syfte. Flera tidigare forskare alltifrån Heckscher har på olika sätt försökt att uppskatta det energiintag som olika arbetargrupper har krävt, utan att dock gå så systematiskt tillväga som Essemyr.

Torsten Gårdlund myntade en gång begreppet brukshushållning för bruksarbeidernes sätt att skaffa livsmedel till sitt eget och sin familjs uppehälle. Detta försiggick i tre sfärer. "Dels bedrevs en viss självhushållning i arbetarfamiljerna med potatisodling samt svin- och kreaturshållning. Dels producerades på brukens ofta omfattande jordbruk spannmål och andra varor, vilka utlämnades till arbetarna som en del av lönen och dels slutligen förmedlade företagen genom sin handelsrörelse import från andra trakter av olika förnödenheter: spannmål, matvaror av olika slag, beklädnadsvaror m.m." (Gårdlund, T., *Industrialismens samhälle*, 1942, s. 359).

Att komma åt den totala individuella livsmedelskonsumtionen och därtill över en så lång period som Essemyr satt sig före är givetvis en omöjlig uppgift. Det är onekligen djärvt att försöka nå dit, trots att det material som står till buds är bristfälligt.

Essemyr bygger upp sitt arbete kring fyra huvudfrågor: "För det första; hur värderades kosthållet ur ett socialt perspektiv? För det andra; hur väl tillfredsställde livsmedelskonsumtionen de fysiologiska behoven? För det tredje; hur tillägnade man sig födoämnena? För det fjärde; fördelades livsmedel och näringsämnen olika på olika socioekonomiska grupper?" (Essemyr, s.15).

Avhandlingen ingår i projektet "Den svenska livsmedelskonsumtionen i historisk belysning" som bedrivits vid ekonomisk-historiska institutionen i Uppsala. Till detta hör även den nyligen publicerade avhandlingen Studier i den svenska livsmedelskonsumtionens historia, 1989, av Mats Morell. För Essemyrs studie har även Sigvard Montelius undersökning Säfsnäsbrukens arbetskraft och försörjning 1600-1865, Studier i en mellansvensk bruksbygd, 1962, betytt åtskilligt.

Efter en allmän presentation av Forsmarks bruk, som upplever en markerad ökning av såväl produktion av stångjärn som av befolkning under den valda perioden, kommer han in på de bedömningar som ligger till grund för beräkningen av energibehov för olika grupper. Hans slutsats blir att smidesarbetare vid Forsmarks bruk behöver 4100-4900 kcal/dygn, dagkarlar 4000-4800 kcal/dygn samt kolare 3900-4700 kcal per dygn. Vidare behöver alla arbetare protein, cirka 56 gram/dygn. Sammantaget tycks sålunda energi- och proteinbehovet efter Essemyrs skattningar vara ungefärligen detsamma, oberoende av vilken yrkesgrupp de tillhör. Likaså utgår han ifrån att behovet var ungefär detsamma över perioden.

I tidigare brukshistoriker har brukshandelns stora betydelse betonats. Med tanke på den långa arbetstiden och det avsides läget för många bruk var denna handel livsnödvändig för att bruket skulle fungera. Också brukshandeln i Forsmark har spelat en avgörande roll, när det gällt att skaffa fram spannmål, sill och strömming, humle och salt samt persedlar till arbetarna. Uttagen ur bruksmagasinen hade karaktären av förrådshandel. De anställda vid Forsmark hämtade ut månadens behov i början av varje månad, varvid uttagen noterades i magasinets journaler och brukets avräkningsböcker. Den absolut viktigaste delen av uttagen utgjordes av spannmål.

Ett av de mest intressanta avsnitten i boken behandlar vad författaren kallar egenproduktion. Därmed menas det som arbetarna kunde driva fram på den jord och det bete, som bruket höll åt dem. Till boställena hörde en åkerlapp samt vanligen både fähus och visthusbod. På betena hölls kreatur,

dvs kor, kalvar och grisar; på åkerlapparna odlades kål och - under 1800-talet - i växande grad, potatis. Alldeles uppenbart spelade detta egna tillskott en mycket viktig roll och svarade för en ansenlig del av arbetarnas energi- och proteinbehov. Smedsdrängar och dagkarlar tycks ha haft ett lägre energiintag från egenproduktion än mästare och mästersvenner, troligen beroende på mindre jordlotter.

Enligt min uppfattning tar Essemyr i detta sammanhang alltför lätt på ytterligare en tillskottsmöjlighet, nämligen möjligheten till fiske (och troligen även en del jakt) samt svamp- och bärplockning. Det hade varit värdefullt att få någon skattning av denna faktor, eftersom Essemyr går friskt fram i bedömningen av andra. Kanske motsvarade detta tillskott en dags energi- och proteinbehov per vecka? Tillskottet skulle då vara 10-15 % procent. Inte minst bör färsk fisk ha bidragit till omväxling i den annars ganska ensidiga "förråds"-dieten.

Essemyr drar den slutsatsen, att kosthållet knappast förändrades nämnvärt före 1800-talets första decennier, men att det perioden 1820-1850 inträdde en försämring på 5-10% för energi- och proteinintag. Lite elakt skulle man kunna säga, att detta är en minskning som han inte kan säkerställa. Näringsstandarden tycks ha varit sämst för kolare och dagkarlar, medan mästarna hela tiden bl a kunde göra större uttag ur bruksmagasinen för sina behov och därmed låg bättre till. I stort sett tycks dock arbetarna ha klarat att få i sig sitt behov av mineraler och vitaminer, vilket då tyder på att de haft det bättre än många andra grupper i samhället.

Det är en mycket viktig del av brukslivet som Essemyr undersökt. De flesta av hans resultat är knappast oväntade utan stämmer med vad vi fått veta tidigare. Han är värd en eloge för att han närmat sig brukens historia från den sida som är allra svårast att mäta, nämligen insatsen i arbetskraft. Av hans resultat kan inte förvånande utläsas, att bruket var mest angelägen om de mest kvalificerade arbetarnas livsmedelstillgång. Bruket i sig framstår nu än klarare som ett mycket självständigt och funktionellt samhälle, åtminstone fram till industrialismens genombrott. Förändringarna i levnadsmönster över tiden är påfallande små - i den mån de över huvud kan konstateras.

Det viktigaste bidraget i Essemyrs avhandling tycker jag ligger i hans diskussion av den s k egenproduktionens betydelse för arbetarnas energiintag. Troligen har han till och med underskattat vad arbetarna själva bidragit med för livsuppehållet, eftersom han inte försökt beräkna vad fiske och bärplockning etc. kunnat tillföra.

Sven-Olof Olsson

Nyutkommen litteratur

Adas, M., **Machines as the Measure of Men. Science, Technology, and Ideologies of Western Dominance.** Cornell University Press 1989.

Asimov, I., **Chronology of Science and Discovery.** Harper & Row, New York 1989. 709 sidor.

Croarken, M., **Early Scientific Computing in Britain.** Clarendon Press, Cambridge 1990. 160 sidor.

Fischer, D.E., **A Race on the Edge of Time: Radar - The Decisive Veapon of World War II.** Paragon, New York 1989. 371 sidor.

Hallion, R.P., **Strike from the Sky.** Smithsonian Institution Press 1989. 336 sidor.

Holmes, F.L., **Dictionary of Scientific Biography, Supplement II.** (2 vol.). Collier Macmillan, London 1990.

Hyman, A. (ed), **Science and Reform: Selected Works of Charles Babbage.** Cambridge University Press 1989. 356 sidor.

McCalman, J., **The Electronics Industry in Britain: Coping with Change.** Routledge & Kegan Paul, London 1988. 173 sidor.

Petroski, H., **The Pencil: A History of Design and Circumstance.** Alfred A. Knopf, New York 1989.

Redondi, P., **Galileo Heretic.** Princeton University Press 1989. 357 sidor.

Thomson, R., **The Path to Mechanized Shoe Production in the United States.** University of North Carolina Press 1989. 300 sidor.

Technology Transfer and Innovation in Mixed Economies

International Conference to be held in Trondheim, Norway, **27-29 August 1990.** A unifying theme for the conference is how different political-economic frameworks create differences and may alter the way we understand what is required in order to stimulate economic growth through fostering innovation and technology transfer.

Further information from TTI '90, The Norwegian Institute of Technology, Department of Continuing Education, N-7034 Trondheim, Norway.

Technological Development and Science in the 19th and 20th Century

International Conference to be held in Eindhoven, The Netherlands, **6-9 November 1990**. The topic of this conference is the interaction between science and technology in the last two centuries. During this period science has made important contributions to the development of technology. This is a generally acknowledged fact by historians and philosophers of technology and science. With regard to the question how science influences technological development, however, opinions diverge. This question will be one of the central issues to be discussed at the conference. Special attention will be given to the recent debate about the nature of technological knowledge (and its relation to scientific knowledge) and the role of science in the engineering profession. The aim of the conference is to bring together historians and philosophers of science and technology to exchange views on these matters.

Further information from Peter Kroes, Faculty of Philosophy and Social Sciences, University of Technology Eindhoven, P.O.Box 513, 5600 MB Eindhoven, The Netherlands.

The Gunpowder Mills Study Group: An inquiry into the history of powder making

I. The Gunpowder Mills Study Group of the British Isles was founded in 1985 by researchers who share an interest in this as yet relatively unexplored subject. We usually hold two meetings each year. Our practice has been to have a conference in the London area at which illustrated talks have been given, and a longer week-end meeting in the country at which we have learnt about powder making in the regions and explored surviving sites. A *Newsletter* has been circulated regularly. During this time members have also contributed information for a comprehensive guide to the sites where gunpowder was produced. The material was compiled by Glenys Crocker and published in 1988 as the *Gunpowder Mills Gazetteer* (Wind & Watermill Section of the Society for the Protection of Ancient Buildings). It was felt however that we should not be too insular in our approach, and so in 1989 a summer meeting was held in Denmark. Here we concentrated on Copenhagen and its hinterland in North Zealand, studying plans and other documents in the State Archives and visiting relevant sites, particularly the partly restored army mill at Fredericksværk and the site of the dismantled navy mill at Donse.

II. After this experience we feel we should like to learn more about the history and surviving evidence of powder making in other countries. We therefore invite scholars with an interest in this subject to get in touch with us through the Centre for the History of Technology at the University of Bath, U.K. In the first instance may we ask you to tell us:

1) Names and addresses of scholars known to be already or likely to become interested in the history, practice, and location of the making of gunpowder or blackpowder.

2) Details of work already published on this subject, in the form of a separate study or as part of a larger work.

III. As a longer term project may we ask for your advice on a plan to bring together for publication, a volume containing material presented by different contributors from different countries. It is suggested that each contribution would cover the following aspects of the subject:

1) Definition of the area of study and its historical and geographical background.

2) Chronology of powder making in the given area, and the distribution of sites. Maps would here be essential.

3) Personnel involved; the role of the State; the significance of the commercial interest.

4) Sources of raw materials.

5) Methods of processing raw materials, incorporating the ingredients, and storing the finished product. Type of buildings used and lay-out of sites. Sources of power. Illustrations, plans, and photographs.

6) Markets served - military and naval; merchant shipping; article of trade; mining and other civil use.

7) Comparison of production within the different regions of country concerned, especially where the study is based on intensive investigation of one region only. How typical is that area?

8) Assessment of the social, political, economic, and technological significance of the manufacturing and use of powder in the given country, and its role in the part played by that country on the international scene.

All comments, help, and advice will be most welcome.

B.J. Buchanan

International Secretary of the Gunpowder Mills Study Group
Centre for the History of Technology
University of Bath
Claverton Down
Bath BA2 7AY, United Kingdom

Författare i detta häfte

Sven-Olof Olsson, fil.dr.

Ekonomisk-historiska institutionen, Göteborgs universitet,
Brogatan 4, 413 01 GÖTEBORG

Francis Sejersted, professor

Historisk institutt, Oslo universitet, Postboks 1008,
N-0315 OSLO 3, Norge

Donald B. Wagner, B.Sc., Cand.mag.

Reverdilsgade 3, 1.th., DK-1701 KØBENHAVN V, Danmark

Torsten Wästfelt, fil kand.

Regeringsgatan 111 C, 111 39 STOCKHOLM



Vasastadens Bokbinderi
1990

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 35 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. Manuskriptblad för direkt offsettryck kan beställas från redaktionen (Centrum för teknikhistoria, CTHB, 412 96 GÖTEBORG).

Noter numreras löpande: 1, 2, 3, ... Text för sig och noter för sig.

Litteraturreferenser uppställs enligt Historisk Tidskrift.

Illustrationer är välkomna, dock helst ej 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, Centrum för teknikhistoria, CTHB, 412 96 GÖTEBORG

Svante Lindqvist, Avdelningen för teknik- och vetenskaps-
historia, KTHB, 100 44 STOCKHOLM

