

Teknikens landskap

En teknikhistorisk antologi tillägnad Svante Lindqvist

REDAKTÖRER MARIKA HEDIN OCH ULF LARSSON

Atlantis

vecklingen av teknikhistoria som en särskild akademisk disciplin. Under de senaste decennierna har allt fler samhällsvetare och humanister intresserat sig för ämnet. Men ämnet förblir tvärvetenskapligt till sin karaktär.

Teknikhistoria är ett jämförelsevis ungt akademiskt ämne – såväl i Sverige som internationellt. I Sverige har ämnet först på senare år tagit steget från spridda insatser inom olika ämnen till en etablerad disciplin.² Här kan den akademiska teknikhistoriska forskningen sägas ha sin upprinnelse i att Torsten Althin efter sin pensionering från befattningen som chef för Tekniska Museet i Stockholm vid mitten av 1960-talet började ge föreläsningar vid Kungl. Tekniska Högskolan. Ur denna verksamhet utvecklades Avdelningen för teknik- och vetenskapshistoria, där den första svenska professuren i teknikhistoria inrättades 1989. Den förste professorn blev Svante Lindqvist, som vid mitten av 1970-talet börjat assistera Torsten Althin och sedermera doktorerat i idé- och lärdomshistoria vid Uppsala universitet.

Teknikhistoria är alltså ett relativt nyetablerat ämne. Men härmed inte sagt att tekniken alldeles har försumrats i andra humanistisk-samhällsvetenskapliga discipliner. Teknikhistoriskt relevant forskning har bedrivits på en rad andra områden. Etableringen av teknikhistoria som ett självständigt ämne har inte heller inneburit att banden med granndisciplinerna har brutits. Tvärtom har ett fruktbart samarbete över ämnesgränserna fortsatt. I Sverige liksom internationellt har den teknikhistoriska forskningens utveckling skett i anslutning till den vetenskapshistoriska. Ekonomisk historia och industrihistoria ligger förstås också teknikhistorieämnet nära – särskilt bör industriminnesforskningens framväxt och etablering under senare år nämnas.

I sin inledning till den fysikhistoriska antologin *Center on the Periphery* skriver Svante Lindqvist: »This volume would, if anything, like to make a plea for a broad cultural and social history of science.»³ Det är en ambition som har sin motsvarighet även i denna antologi. Ämnena för de olika bidragen är skiftande men en gemensam ambition är att anlägga ett brett perspektiv på teknik och vetenskap i ett kulturellt och socialt sammanhang.

Titeln *Teknikens landskap* är mångtydig och skall så vara. Det kan handla om breda teckningar över stora landskaps förändring över långa tidsrymder. Blicken kan även riktas mot någon mindre dunge. Den grundläggande tanken är att tekniken ses i relation till sin omgivning, ofta tillsam-

mans med vetenskapen som en del av den kulturella vegetationen med rötterna i den samhälleliga myllan.

Vår ambition är att presentera aktuell teknikhistorisk forskning tillkommen inom såväl den teknikhistoriska som närliggande discipliner. Frågorna och perspektiven varierar. Inom teknikhistoria, liksom inom andra kulturvetenskapliga discipliner, finns olika trender beträffande teoribildningar och angreppssätt. Kanske bidrar den teknikhistoriska disciplinens relativa ungdom och dess utövares skiftande bakgrunder till att inflödet av idéer från andra områden är starkt.

Ett första tema är teknisk förändring. En ambition inom aktuell teknikhistorisk forskning är att problematisera synen på teknisk förändring som en stegvis utveckling mot allt bättre och mer sofistikerad teknik. I uppsatserna inom detta tema ges mer mångfasetterade bilder av den tekniska förändringens komplexitet och de omkringliggande faktorer av social, kulturell och ekonomisk art som formar tekniken. Tekniken behandlas av teknikhistoriker ofta som en del av ett sociotekniskt *system*.⁴ Synen på teknik som en socialt formad företeelse har vuxit sig allt starkare.

En annan ambition är att ge en mer komplicerad bild av förhållandet mellan vetenskap och teknik. Det har funnits en tendens att betrakta teknik som tillämpad naturvetenskap. Denna bild har dock reviderats av den teknikhistoriska forskningen. Inte sällan har naturvetenskapens utveckling varit beroende av teknisk utveckling. Teknik och vetenskap har alltså betraktats som inflätade i varandra.

Mats Fridlund ställer i antologins första uppsats en än mer grundläggande fråga: Vad är egentligen teknik? För att söka svaret diskuterar Fridlund tre s.k. pseudotekniker, tekniker »vars funktionalitet och användbarhet är omtvistad». Sakramentsringar, slagrutor och åskledare har genom historien använts av många människor. Sakramentsringars undergörande effekter är det idag få som tror på och många människor dömer ut slagrutan som vidskepelse och magi. Vissa typer av åskledare var under en tid omtvistade, för att senare betecknas som verkningslösa. Men går det verkligen att så skarpt dra gränsen mellan »äkta» och »falsk» teknik? Genom en rad historiska vittnesbörd belägger Fridlund att dåtidens människor verkligen ansåg att sakramentsringar, slagrutor och åskledare fungerade enligt förväntningarna. Och vårt kriterium på »äkta» teknik är just detta – att tekniken hjälper oss att uppfylla våra behov. Genom att vi fokuserar på tekniker som vi idag inte accepterar som funktionella, blir män-

niskors kollektiva uppfattningar om teknik och rationalitet tydliga. Och därmed, menar Fridlund, blir vi uppmärksammade på att mystik och förundran alltid varit en del av teknikens historia.

Men de krav vi anser oss behöva uppfylla har varierat över tid, och de ser inte heller likadana ut i olika kultursfärer. I slutet av 1700-talet skrev den kinesiske kejsaren ett avfärdande brev till engelsmännen, som velat intressera honom för den nya industriella tekniken. Brevet blir utgångspunkt för Staffan Hanssons jämförelse mellan kinesisk och europeisk teknikutveckling. En intressant aspekt av den kinesiska historien är ju att man i det antika och medeltida Kina utvecklade många avancerade tekniker. När den industriella revolutionen fick genomslag i Europa några århundraden senare, hade Kina dock stagnerat på det tekniska området. Varför? Hansson visar hur den kinesiska utvecklingen var intimt förknippad med statens och militärens önskemål. Under 1600- och 1700-talen drev inte statsapparaten fram några nya tekniska uppfinningar, eftersom man inte ansåg sig behöva dem. Trots sin tekniska stagnation levde kineserna kvar i föreställningen om att landet låg långt före resten av världen. Det är denna hållning som den kinesiske kejsaren ger uttryck för i sitt brev till engelsmännen.

Hanssons artikel visar att utveckling och spridning av ny teknik inte sker enligt något enkelt mönster utan beror på en mångfald faktorer. Etablerad teknik och praktik lever ofta kvar långa tider, och det förekommer ett intressant samspel mellan teknisk utveckling och avveckling. Claes-Fredrik Helgesson studerar i sin uppsats den manuella växeltekniken efter 1920, då de nyare automatiska telefonväxlarna börjat användas. Helgesson demonstrerar hur den gamla tekniken i själva verket fick stor betydelse för hur människor kom att använda sina telefoner. De användarmönster som etablerades kom att i sin tur påverka den moderna telefonens utveckling. Ofta ses gammal teknik som ett hinder för utvecklingen, som en faktor som försvårar spridning av ny teknik. Att i stället se den etablerade praktiken som en pådrivande utvecklingsfaktor ger oss nya perspektiv och ökar vår förståelse av hur utvecklingen faktiskt går till.

Teknikens drivkrafter illustreras även av Helen M. Rozwadowskis uppsats om 1800-talets kartläggning av havsbottnen. Speciellt fokuseras förhållandet mellan vetenskap och teknik. Rozwadowski påvisar inte bara den vetenskapliga verksamhetens drivkrafter i form av dess koppling till fiske, sjöfart m.m. utan också dess beroende av instrumenttekniken. Genom att studera utvecklingen av olika instrument för provtagning och

djupmätning i haven visar hon på teknikutvecklingens beroende av sin speciella kontext, den marina miljön, inte bara i fysisk utan också i social och kulturell mening – hur olika grupper av hantverkare, ingenjörer och vetenskapsmän försökte bemästra de krav som den yttre miljön ställde. Argumentationen utmynnar inte bara i att miljön formade instrumenten, utan rentav i att tekniken i själva verket var identisk med den marina kontexten – hela det komplex av skiftande arbeten och verktyg som användes på fartygen där provtagningarna utfördes.

I grunden för Hans Weinbergers uppsats ligger i stället frågeställningar kring förhållandet mellan teknisk och ekonomisk förändring. Blicken riktas mot det förflutnas bilder av framtiden – mot gårdagens förutsägelser, visioner och utopier. I 1960- och 1970-talens bilder av framtidens teknik skedde en förskjutning från det storskaliga och teknifierade till det småskaliga och människonära. Detta illustreras av programmet Framtida Järnverk som utvecklades inom Styrelsen för teknisk utveckling vid början av 1980-talet. På flera sätt överensstämde visionerna för framtidens järnverk med nyare teorier om villkoren för fortsatt ekonomisk tillväxt. Det kunde därför tyckas som ett projekt i tiden. Men Weinbergers slutsats blir att Framtida Järnverk försökte förena för mycket – det realiserades heller aldrig. Uppsatsen diskuterar även på ett mer allmänt plan svårigheten att bedöma framtiden och hur präglade framtidsvyerna är av sin egen tids synsätt och förhoppningar.

Teknikens sociala kontext tillmäts stor betydelse i uppsatserna inom det första temat. I uppsatserna inom antologins andra tema riktas intresset än mer mot det omgivande samhället. Vilken roll spelar teknik och vetenskap för politisk och samhällelig förändring? I samhällsdebatten hänvisas ofta till teknik och vetenskap som om de vore apolitiska. Men i själva verket har valet av tekniker och vetenskapliga praktiker också en ideologisk grund. Samspelet mellan teknik, vetenskap och samhällseliga värderingar är komplicerat.

Ulf Andréasson anknyter till denna problematik i sin studie av det sena 1800-talets sinnessjukvård. Det framväxande industrisamhällets sociala skiktningar fick nämligen betydelse för hur sinnessjukdom diagnostiserades och behandlades. På S:t Jörgens hospital i Göteborg fanns en tydlig överrepresentation av människor ur medelklassen. Sjukdomen gjorde patienterna oförmögna att sköta ett arbete, och behandlingen syftade till att göra dem arbetsföra igen. Men patienterna skulle möta olika krav i ar-

Är det här också teknik?

Några bidrag till teknikens mentalitetshistoria

This is not a simple story of heroes and devils, of reason battling unreason, nor is it enough to treat it as one of the more bizarre aspects of human folly. The most deeply held beliefs of the past seem wholly irrational to us, as no doubt many of our own will seem to posterity.

Lawrence Stone

Inledning: Den omtvistade tekniken

Teknik ses ofta som ett uttryck för ett mer rationellt handlande än vad som förekommer inom konst, politik, religion, idrott etc.¹ Men stämmer det? Är tekniken mer rationell än andra samhällsområden? För att belysa detta ska vi ta upp några exempel på vad som har uppfattats som irrationellt och därför inte som teknik. Men innan vi börjar diskutera vad som är och inte är teknik bör vi ha en klarare bestämning av detta omtvistade begrepp.

Idéhistorikern Svante Lindqvist har resonerat kring vad vi menar med »teknik« när vi använder det »i dagligt tal för att beteckna något som vi tror oss veta vad det är«. Det svar han kommer fram till är att teknik är »människans metoder att tillfredsställa sina önskningar genom att använda sig av fysiska föremål«. ² Filosofen Ingemar Nordin har också diskuterat teknikens natur och han har lyft fram att inom »teknologin är det yttersta bedömningskriteriet användbarhet« och att en teknik är användbar då

dess användare uppfattar att den löser det problem den applicerats på.³ Vidare gör Nordin en distinktion mellan teknik »i egentlig mening«, vilket är all sådan teknik »som håller vad den lovar vad beträffar funktionsduglighet«, och *pseudoteknik* som är en »teknik som ger sig ut för att vara en riktig teknik men inte är det«.⁴ Liksom distinktionen mellan vetenskap och pseudovetenskap, fångar detta in att det existerar maskiner och metoder vars funktionalitet har varit eller är omtvistad, som exempelvis alkemi, elektroterapi, antitynkkrämer, evighetsmaskiner, akupunktur, C-vitamins tabletter och helande kristaller.⁵ Även om Nordins definition av pseudoteknik passar bra för hans filosofiska ändamål menar jag att den är mindre passande för historiska studier. Då jag finner det problematiskt att bestämma vad »en riktig teknik« är vill jag istället definiera pseudoteknik som *en teknik vars funktionalitet och användbarhet är allmänt omtvistad*. Det vill säga trots att det har varit/är omtvistat om dessa föremål, maskiner eller metoder fungerar har de använts av ett flertal personer som om de fungerade. Men gör detta pseudoteknik också till teknik?

Pseudoteknik som *mentalité*

Då det inte råder konsensus om en pseudoteknik fungerar, innebär det att det krävs en tro hos dess användare för att begagna sig av den och denna kollektiva tilltro har ofta livslängder som sträcker sig över decennier eller sekler. Detta innebär att långlivade pseudotekniker vilar på trögrörliga kollektiva föreställningar om teknik, vad man i anslutningen till den s. k. *Annales*-skolan skulle kunna kalla »tekniska *mentalités*«. Från och med 1920-talet har denna franska historieriktning uppmanat till en omorientering av den historiska forskningen till studier av svunna tiders kollektiva tänkande, dess *mentalités* – djupt liggande och svårförändrade kulturellt betingade föreställningar om olika samhällsfenomen som religion, litteratur, vetenskap, teknik och konst.⁶

En engelsk historiker som har följt *Annales*-skolans uppmaning är Lawrence Stone. Enligt honom präglades förmoderna människors *mentalité* av en konstant osäker tillvaro, utlämnad som hon var till farorna av oväder, eldsvådor och sjukdomar, och ett offer för hungersnöd, epidemier och andra helt oförutsägbara katastrofer. Detta skall ha resulterat i ett genomträngande tillstånd av ängslan som tidvis gränsade till hysteri, och en desperat trängtan efter lindring och tillförsikt. Historiskt sett har människan använt tre metoder för att undkomma denna ängslan och förbättra

sin tillvaro: genom att lägga sin tilltro till Guds försyn såsom den uppenbaras i *religion*, genom att ta sin tillflykt till *magi* och genom att utöka kontrollen över sin omgivning genom tillämpning av *teknik och vetenskap*. Till vilken av dessa metoder som en människa har mest tilltro menar Stone beror mer på »the nature of his culture than on the clarity of his logic or the degree to which his behaviour is rationally determined«.⁷ För att lämna några små bidrag till teknikens mentalitetshistoria samt bidra till att besvara frågan om pseudoteknik också är teknik, ska vi diskutera tre historiska pseudotekniker där människans tre olika metoder har använts tillsammans med fysiska föremål för att konstruera nya sorters hjälpmedel. Det intressanta för pseudoteknikens vara eller inte är hur användbara dessa nya verktyg också var.

Undergörande verk: Sakramentsringar för tiggare och kungar

Den mentalitetshistoriska forskningen har sedan sin uppkomst intresserat sig för hur och varför folk tror på saker och ting, och speciellt religiösa sådana. En av dagens främsta mentalitetshistoriker, Natalie Davis, har diskuterat hur historiker kan lära sig av antropologer och av deras studier av religiösa ceremonier och mirakel:

Events such as these have often been defined by historians as irrational and superstitious, or as an arbitrary cover for real and serious social and political conflicts. We, as historians, have explained situations in terms of rational interests, perceived or not perceived by the historical actors. But anthropologists have such events at the center of their observation: they have listened very carefully [...] to the words uttered by persons in a trance and discovered that there is a kind of truth-telling in the process; and they have followed the intricate rhythms of the exorcism ceremonies in Sri Lanka to discover that the clowning and the reaction of spectators establish a universe of belief and cure the victims of their complaints.⁸

Den italienske historikern Carlo Ginzburg har också använt ett antropologiskt perspektiv i sina studier av medeltida häxprocesser och kätterirättegångar. Men han har *inte* varit så mycket ute efter den dåtida sanning som de utfrågande inkvisitorerna fick fram i sina framtvängade bekännelser om hur häxeriet och häxsabbaten genomfördes, som att komma åt folklig tro och vetande främmande för inkvisitionernas lärda kultur.⁹ Rättegångarna var samtidigt ett maktverktyg för de styrande gentemot deras under-

såtar. Därigenom blir också Ginzburgs studier av dessa mötesplatser för den »höga« och den »låga« kulturen ett sätt att komma åt hur politiska maktförhållanden mellan styrande och styrda reproducerades och upplevdes.¹⁰

En liknande analys av politiska maktförhållanden på medeltiden – och tillika ett mentalitetshistoriskt pionjärbete – var Marc Blochs studie från 1920-talet om den kungliga handpåläggningen.¹¹ Bloch hade tidigt inspirerats av olika antropologiska perspektiv på religiösa fenomen och här studerade han hur den kungliga maktens legitimitet under medeltiden avspeglade sig i och påverkades av folkets tilltro till de engelska och franska kungarnas undergörande förmåga att med handpåläggning bota sjukdomar.¹²

I England var denna folkliga kult också kopplad till utvecklingen av en speciell religiös pseudoteknik.¹³ Detta var de *sakramentsringar* som sedan medeltiden hade använts i England för att lindra epilepsi och kramper. Ringarna var från början en del av folkkulturen och hade sitt namn av att deras påstådda helande förmåga kom från de religiösa ritualernas heliga kraft. Ritualerna var en central komponent beträffande metod och material i ringarnas tillverkning. En sakramentsring skulle tillverkas av helgade mynt som till exempel tiggats ihop vid kyrkporten efter mässan. Enligt Bloch skall särskilt i England de mest ödmjuka och rättrogna kristna alltid trott att de hade förmåga att göra talismaner med mycket väl beprövad effekt av mynt som offrats i kyrkan.¹⁴ I en handskrift från 1400-talet beskrivs den religiösa ritualen för att tillverka en sakramentsring:

To cure the cramp, go on Good Friday into five parish churches, and in each of them take the first penny that is given as an offering at the Adoration of the Cross. Then gather them all together, go up to the cross, and there say five Our Fathers in honour of the five wounds and carry them with you for five days, each day saying the same prayer in the same manner. After this have a ring made out of these coins without any other alloy; write on the inside *Gaspar, Balthazar, Attrapa*, and on the outside *Ihc. Nazarenus*; then go and fetch it from the goldsmith's on a Friday, and say five Our Fathers as before; and then wear it continuously.¹⁵

Bruket att tillverka sakramentsringar spreds också till de högsta samhällsklasserna. Det engelska kungahuset började under 1300-talet tillverka en typ av ringar som ansågs särskilt effektiv för denna mirakelkur. Det kungliga tillverkningssättet var något annorlunda än det folkliga. Ringarna fram-

ställdes en gång om året, på långfredagen som ansågs speciellt passande med tanke på Jesu lidande på korset. Efter att kungen traditionsenligt tillbett relikten »Gneyths kors« – vilken sades innehålla en bit av Kristi kors – genom att krypa fram till korset, lade han framme vid altaret ned en offergåva bestående av ett antal nya mynt av ädlaste guld och silver. Därefter löste han tillbaka sin gåva till altaret och kyrkan med en lika stor summa i vanliga mynt. Av de helgade mynten lät han sedan gjuta ett antal sakramentsringar.¹⁶

Från 1300-talet fram till 1500-talet stärktes kungamakten gentemot kyrkan och som en avspegling av detta förändrades också ringarnas tillverkningssätt. Den första förändringen var att färdiggjorda ringar placerades på altaret, vilka sedan återlöstes av kungen med mynt. Enligt en samtida författare ansågs nu ringarnas helande förmåga – vilken »har bevisats genom talrikt användande i en stor mängd delar av världen« – komma av att de hade blivit »fromt berörda och offrade på Långfredagen av Englands kungars smorda händer«. Det vill säga att korsets och altarets helgande funktion hade ersatts av den kungliga handpåläggningen. Nästa steg var att ringarna på 1500-talet inte ens placerades på altaret utan i stället gnuggades av de kungliga händerna samtidigt som en bön lästes om att Gud skulle »consecrate them by the rubbing of our hands which Thou hast deigned to bless«. På detta sätt menade Bloch att kungamakten hade åstadkommit en »total usurpation av den helande kraft som hitintills hade tillskrivits korsets och altarets inverkan«.¹⁷

Inom kungahuset upphörde bruket att göra sakramentsringar vid mitten av 1500-talet – även om den kungliga handpåläggningen inte gjorde det – men inom den folkliga kulturen höll bruket i sig mycket längre. Enligt Bloch användes sakramentsringar fortfarande i vissa delar av England på 1920-talet. Ringarna var således en pseudoteknik som uppenbarligen betraktades som funktionell ända in i vår tid. Man kan också konstatera att denna funktionalitet inte verkar ha ifrågasatts av samtiden. Det finns till och med en 1600-talsskrift av en fransman som visserligen betvivlade den engelske kungens helande kraft men inte ringarnas. Han trodde i stället att sakramentsringarna hade sin effekt från någon mycket starkare ingrediens i ringmaterialet – »älgfot« eller »pionrot«.¹⁸ Och dessa ämnen var resultat av den andra av människans viktiga metoder: den magiska konsten.

Magiska konster: Slagrutans väg från gruva till universitet

För de flesta av dagens människor framstår nog ingenjörskonst och trollkonst som varandras raka motsatser. Men om man går tillbaka till medeltiden var så inte fallet. Vid denna tidpunkt benämndes alla kvalificerade sorters hantverk *konster*, och både teknikerns och magikerns mål var att kontrollera den naturliga omgivningen med hjälp av konstgjorda hjälpmedel.¹⁹ I själva verket har de varit än mer förbundna, ty som medeltidshistorikern William Eamon framhåller, har antropologer visat att

every activity that craftsmen perform in primitive society is also believed to be within the capacity of a magician. [...] Farming and fishing, for example, are aided to a limited extent by magic, whereas medicine and metallurgy, where technical skills are deficient, are historically so dependent on magic that they almost seem to have grown from it.²⁰

Flera av medeltidens mest uppfinningsrika tekniker betraktade sig själva som magiker.²¹ Ett exempel på detta är den böhmiske militärteknikern Conrad Kyeser (1366–1405), som menade att de magiska konsterna var en gren av de mekaniska konsterna. I hans militärtekniska verk *Bellifortis* (1405) förekommer förutom olika krigsmaskiner ett flertal magiska recept på hur man konstruerade facklor som skulle driva iväg ens fiender, ringar som skyddade mot feber, skyddsamuletter mot onda andar och dylikt.²² Ett liknande exempel är renässansens mest populära magiska handbok *Magiae naturalis* (1584). Detta var i själva verket till största delen en teknisk handbok och dess författare Giambattista della Porta (1535–1615) beskrev magi som »naturfilosofins praktiska konster».²³ Tilltron till magins förmåga höll också i sig. Enligt Lawrence Stone var nog »den magiska motkulturen» starkare och mer vida spridd i det elisabetanska England än den officiella protestantiska kulturen och det var inte ovanligt för akademiker att försörja sig på »frambesvärjandet av andar, ställandet av astrologiska horoskop, sökandet efter de vises sten, produktionen av kärleksdrycker och utvecklingen av ritualer för att finna nedgrävda skatter».²⁴

En sådan magisk ritual för att hitta begravda skatter var användandet av *slagrutan*. Trots att några betraktar Moses – vilken med sin stav ska ha funnit vatten i öknen – som den förste slagrutemannen, finns det mer som tyder på att slagrutan först utvecklades i 1400-talets Europa, där den användes flitigt för malmprospektering i tyska gruvdistrikt.²⁵ En av de första beskrivningarna finner vi i läkaren Georg Bauers (1494–1555) verk om



Medeltida rutgångare. Träsnitt från *De re metallica* illustrerande (A) malmprospektering med slagruta och (B) malmbrytning genom dagbrott. Observera rutgångaren i förgrunden vars slagruta ger utslag samt mannen i bakgrunden som skär av en gren för att göra sig en slagruta.

metallkonsten *De re metallica libri XII* (1556). Bauer, mer känd under författarnamnet Georgius Agricola, var mycket skeptisk till slagrutans användbarhet och betonade att det fanns »många stora tvister mellan bergsmän rörande den klykformade grenen, ty några säger att den är av den största användbarhet för att upptäcka malmådror, och andra förnekar det». Trots dessa kontroverser hade slagrutekonsten under 1500-talet blivit så pass utvecklad att Agricola omtalade hur vissa rutgångare använde varierande träslag för olika metaller: »ty de använder hasselspön för silverådror; askkvistar för koppar; tall för bly och särskilt tenn; och stavar gjorda av järn och stål för guld».²⁶

Det fanns också de bergsmän som kritiserade slagrutan och menade att den var ett magiskt verktyg oanvändbart för »goda och troende män» och

endast fungerade för dem som använde »besvärjelser och konster». ²⁷ Enligt Agricola var det troligt att slagrutan hade ett »orent ursprung hos magikerna» vilka sökte efter malmådror med trollspön och besvärjelser och när »goda män ryggade tillbaka med avsky från besvärjelserna och avisade dem, behölls klykan av de troskyldiga enkla gruvarbetarna». Denna syn på slagrutan delades tydligen också av bergsmanssonen Martin Luther som 1518 hade förklarat att slagrutan stred mot det första budordet, och från och med mitten av 1600-talet vände sig också den katolska kyrkan mot användandet av slagrutan. ²⁸

Men trots det kyrkliga motståndet spreds slagrutan över världen samtidigt som dess användningsområden utvidgades till vattenledning. Till Sverige, där den omnämns för första gången 1595, kom den troligtvis med tyska bergsmän och under 1600-talet hade den uppenbarligen skaffat sig ett rykte som en användbar teknik, ty då anställde Sala silvergruva en rutgängare med dubbelt så hög lön som de övriga gruvarbetarna. ²⁹ Med tiden började också slagrutans kvaliteter att diskuteras i den svenska vetenskapsens salonger. Ett av de första dokumenterade tillfällena var 1739, när industrialisten och vetenskapsmannen Jonas Alströmer vid ett möte med Kungl. Vetenskapsakademien presenterade en slagruta för metalletning. Vetenskapsmannen Carl Linnæus var skeptisk, medan andra medlemmar som var industrimän och tekniker var mer positivt inställda. ³⁰

Dessa diskussioner mellan vetenskapen och teknikens företrädare upphörde emellertid inte med tiden. Så sent som 1915–16 fördes en längre debatt i de svenska ingenjörernas husorgan *Teknisk Tidskrift*. Den svenske nobelpristagaren Svante Arrhenius hade deltagit i ett misslyckat försök att med hjälp av slagruta ange läget av de vattenledningsrör som fanns nedlagda i Humlegården i Stockholm. Efter experimentet betecknade han slagrutan som »humbug» och menade att när allmänheten hade förlorat tillräckligt mycket pengar på slagrutans anvisningar skulle denna komma att »återförvisas till sin rätta plats». ³¹ Arrhenius bemöttes av bland andra väg- och vattenbyggnadsingenjören Lars Sparr, som tidigare föreslagit att dikningsförmän och länsskogvaktare borde utbildas på slagrutan för att de »som aflade godkända prof, skulle erhålla kompetens som *vattensökare*». ³² Sparr tog i sitt svar upp flera utländska exempel där slagrutan visat sig lyckosam, bland annat refererade han till ett uttalande av gas- och vattenverksdirektören i den tyska staden Halberstadt som vid utvidgningen av stadens grundvattenstakt hade använt sig av slagrutan, »ehuru icke från början». Ty först hade de



Modern rutgängare. Amerikanen Clarence V. Elliotts moderniserade slagruteteknologi. I metallslagrutans topp placeras provbehållare med efter-sökt ämne. För att lätt kunna byta ämne innehåller patronbältet ytterligare prov-behållare. Källa: Vogt & Hyman.

anlitat vetenskapen och upptagit 160 borrhål utan slagruta, men utan att anträffa särdeles mycket grundvatten. En specialist anlätades och rådde oss skriftligen att draga i väg långt bort emot Harz för att finna vatten. Han kunde emellertid icke säga, hur resultatet skulle utfalla. På detta stadium af våra förarbeten tillkallades en slagruteman. Vid den *första* borrhningen efter hans anvisning funno vi ett ställe, som nu ger oss 2 000 kbm vatten pr dygn. ³³

Denna vattenmängd räckte för att försörja en folkmängd på 20 000 människor. Sparr kunde belåtet avsluta med att notera att av hans exempel torde det framgå att Arrhenius yttrande kunde ifrågasättas och att man skulle »till och med kunna uttrycka en stilla förmodan, att vetenskapen i likhet med slagrutan har sin begränsning».

Att folk har funnit slagrutetekniken *användbar* har detta och andra exempel visat, men frågan om dess *funktionalitet* är ännu ej avgjord. Detta visar bland annat den diskussion som utbröt när det blev känt att docenten i

Är det här också teknik?

paleogeofysik och geodynamik vid Stockholms universitet Nils-Axel Mörner – internationellt erkänd vetenskapsman för sin forskning om jordens magnetism – på sin fritid gav kurser om slagrutan. Mörner lät också meddela att han höll på att konstruera ett vattenletningsinstrument, men denna nya vetenskapliga slagrutetekniks funktionalitet och användbarhet är ej känd i skrivande stund.³⁴ En vetenskaplig pseudoteknik som emellertid är bättre känd är de olika åskskydd som utvecklades vid sekelskiftet.

Vetenskapliga tillämpningar: Åskskyddens utveckling och avveckling

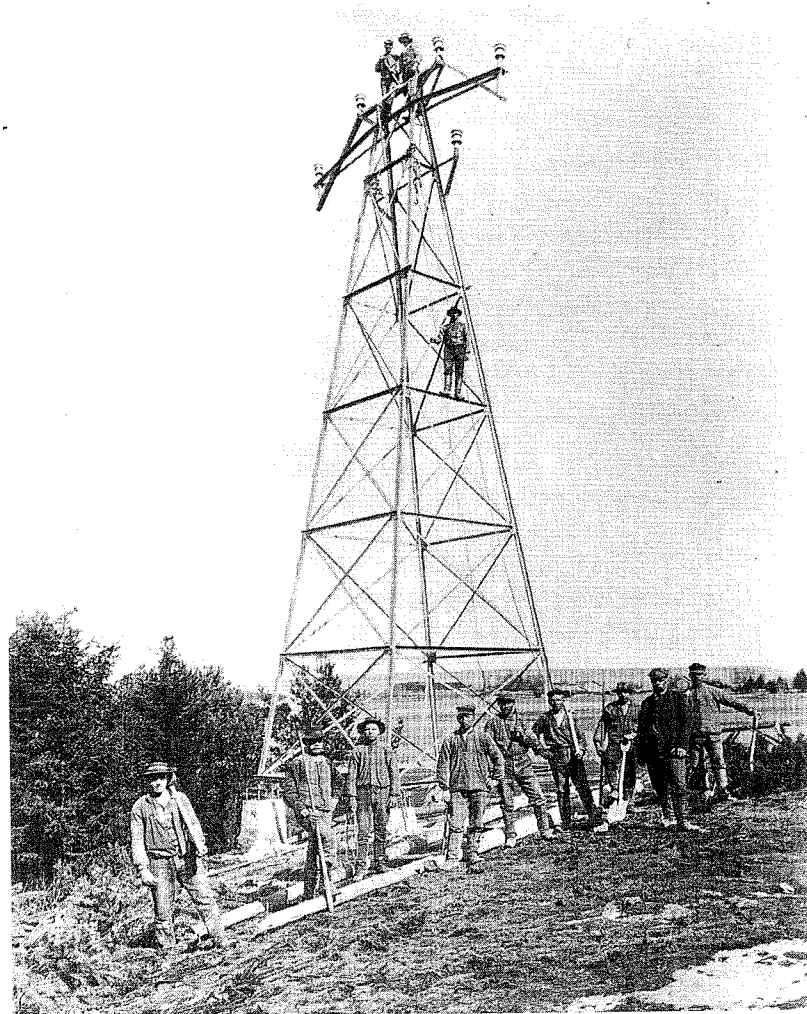
En vanlig missuppfattning är att teknik skulle vara detsamma som tillämpad naturvetenskap. Det är visserligen sant att det finns teknik som är tillämpningar av ny vetenskaplig kunskap, men det gäller endast en mindre del av all den teknik människan har använt. Åskledaren är emellertid ett tidigt sådant exempel. Den uppfanns år 1752 av Benjamin Franklin sedan han genom försök med en flygande drake på Nordamerikas regniga fält bevisat att blixten var en elektrisk gnista.

Denna nya vetenskapliga teknik introducerades under 1700-talet i Sverige genom svenska vetenskapsmän. En av de viktigaste var kemisten Torbern Bergman (1735–84), som i sitt inträdestal i Kungliga Vetenskapsakademien 1764 behandlade »möjligheten at förekomma åskans skadeliga verkningar«. Bergman diskuterade här Franklins insatser och hur vetenskaperna med tiden på samma sätt

böra hjälpa oss, at använda Naturens alster til vår fördel, och at tillfredställa våra förnödenheter, så hafva de tillbaka at vänta vederbörlig heder, omvårdnad och belöning; men innan de med framgång kunna tjäna, behöfva de en viss högd eller grad af fullkomlighet, hvilken at ärnå, de böra skyddas och uphjälpas i afseende på det, som de i framtiden lofva.³⁵

Från och med 1770-talet sattes åskledare upp på ett antal svenska kyrkor, och 1788 skyddade den nya tekniken Strängnäs domkyrka vid två direkta åsknedslag.³⁶ Detta visade på åskledarens användbarhet, och under 1800-talet kom åskledartekniken till ökad användning för att förekomma åskans skadliga verkningar.

Under början av 1900-talet rubbades tilltron till åskledartekniken när den genomgick en kraftig utveckling sedan åsknedslag visade sig orsaka stora skador på de långa elektriska kraftledningar som hade börjat att



Fotografi från anläggandet 1907–08 av den första svenska kraftledningen för 50 000 volt, Trollhättan–Skara, en av de första långa kraftledningar med hög spänning vilka medverkade till att åskskyddsteknikens utveckling fick stor aktualitet. Foto: Vattenfall.

»komma på modet«. ³⁷ Dessa var kopplade till uppförandet av de stora svenska vattenkraftverk som byggts efter den nya elektriska kraftöverföringsteknikens genombrott på 1890-talet. Åskledartekniken utvecklades nu vidare för att skydda mot de överspänningar som blixtnedslag skapade på kraftledningarna. En elektroingenjör beskrev den samtida situationen:

Flera sorters överspänningsskydd sågo dagens ljus, såsom *vattenstrållapparater*, *hornavledare*, »*drosselspolar*«, [...] *elektrolytåskledare*, o.s.v. Åren omkring 1910 ansågs det knappast rådligt att bygga en elektrisk anläggning utan att alla dessa olika slag av överspänningsskydd anbringades, [...] Icke desto mindre var nyttan av dessa skydd liten eller ingen. ³⁸

Det var alltså osäkert om de nya åskskydden fungerade eller ej och när den statliga kraftproducenten Kungl. Vattenfallsstyrelsen (Vattenfall) strax före första världskriget byggde sitt tredje stora kraftverk utelämnade man alla åskskydd för att i stället isolera sina maskiner bättre. Man gick också vidare och avvecklade åskskyddet i sitt första kraftverk i Trollhättan som byggts 1906–10. ³⁹ Men samtidigt visste Vattenfall för lite om det som man skulle skydda sig emot och därför anställdes en naturvetenskapsman för att forska kring åskans inverkan på kraftledningar.

Naturvetenskapsmannen var meteorologen Harald Norinder (1888–1969) som var med om en episod som visar hur oense den rådande sakkunskapen var angående åskskyddets funktionalitet. År 1922 reste Norinder till Tyskland för att besöka olika elektrotekniska firmor. En dag var han hos Siemens och träffade två av dess ledande ingenjörer, överingenjör Westermann och direktör Schrottke. Norinders referat från detta möte visar hur pass osäker Siemens var om funktionaliteten hos den teknik man tillverkade och sålde. Westermann inledde med att förklara att Siemens »i hög grad arbetade efter erfarenhetsrön och mera på känn« vad gällde överspänningsskydd. Schrottke fortsatte med att diskutera de så kallade jordlinornas tvivelaktiga funktionalitet och förklarade att Siemens inte hade »något större förtroende« för dessa som åskskydd. Vidare berättade han att man på kraftledningsstolpar som träffats av blixten hade satt upp speciella åskledare vilka hade »givit synnerligen gynnsamma resultat« vad gällde fortsatta åsknedslag. Norinder invände genast mot detta, då det var »ytterligt sällsynt« att blixten slog ner två gånger på samma ställe. Men Schrottke menade att åskväder i hög grad påverkades av floddalgångar med mera och att »därför en dylik lokal förstärkning av blixtskyddet var fullt motiverad«. Norinder avslutade sitt referat med konstaterandet att

några »som helst vetenskapliga bevis för Dir. Schrottkes åsikt existera icke«. Han fick också stöd för detta när han nästa dag besökte en yrkesbroder på Preussens meteorologiska institut. Denna instämde fullkomligt i Norinders uppfattning »att några lokalt särskilt ömtåliga punkter och stråk enligt Dr. Schrottkes mening hittills äro vetenskapligt obevisade och att de knappt ligga inom möjlighetens gränser«. Norinder konfererade också med en fransk ingenjör som hade sysslat med överspänningsfrågor och som var av

den bestämda meningen, att man måste ställa sig tämligen avvaktande till de olika överspänningsskydd, som distribueras av olika firmor. Ofta äro icke skydden baserade på kännedom om de fenomen, mot vilka de föregives skola skydda, utan äro mer att betrakta som merkantila företeelser. Vissa överspänningsskydd införa rent av svagheter i anläggningarnas driftsäkerhet. ⁴⁰

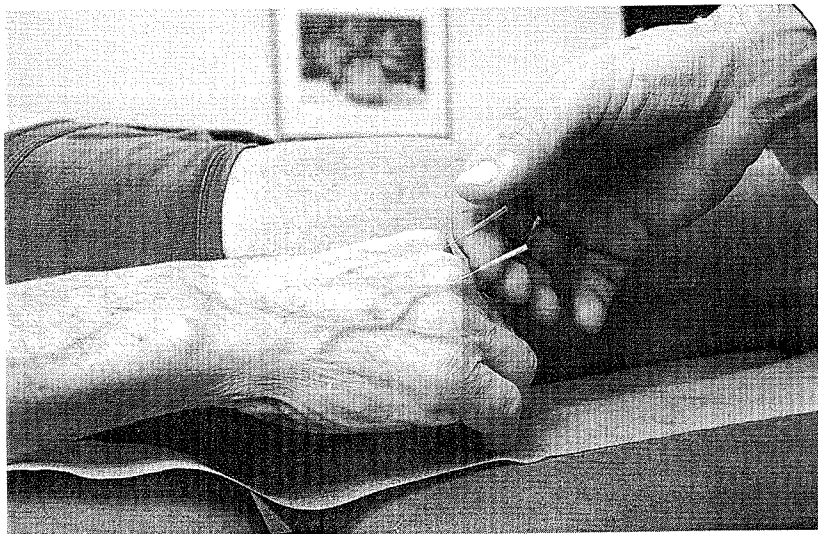
Denna misstro till åskskyddstekniken höll i sig. Vid en internationell högspänningskonferens i Paris 1933 kunde Vattenfalls deltagare rapportera att ordföranden vid mötet om överspänningar »med någon spydighet« hade konstaterat »att medan tillverkarna säga att de löst problemet om åskskydd, så vill många kraftverk helt vara utan dylika«. ⁴¹ Ett liknande uttalande återkommer 1939 då elektroingenjören Gösta Rydbeck beskriver åskskyddsteknikens senaste utveckling i *Teknisk Tidskrift*:

Om man frågar en krafttekniker, vad han använder för slags överspänningsskydd i sina kraftstationer, får man alljämt ofta till svar: »Jo, vi ha haft alla möjliga sorter, som skulle vara så utmärkta, men nu ha vi lyckligtvis snart fått bort dem igen allihopa.« ⁴²

Redan under första världskriget hade man enligt Rydbeck haft klart för sig överspänningarnas teoretiska uppförande och utifrån detta hade man konstruerat åskskydd av många olika sinnrika och finurliga konstruktioner. Men, som Rydbeck uttryckte det, »praktikens män kommo snart till den uppfattningen, att nästan alla dessa medel, om de inte rent av gjorde skada, åtminstone inte gjorde någon påvisbar nytta«. Detta skulle ha berott på att man haft »mycket små siffermässiga kunskaper om åska och blixtar, så att man i stor utsträckning utgick från felaktiga storleksordningar« när man dimensionerade åskskyddet. I efterhand visade det sig att de endast fungerat för de minsta överspänningarna. Samtidigt menade Rydbeck att det inte var möjligt att helt avvara överspänningsskyddet då det inte gick att konstruera transformatorer och andra apparater som kunde

stå emot alla överspänningar från åska och blixtnedslag.⁴³ Men man hade utvecklat flera nya åskskydd under början av 1930-talet vilket gjorde att Vattenfall från och med 1932 åter börjat att använda dem.⁴⁴

Dessa nya åskskydd hade varit möjliga bland annat genom banbrytande undersökningar av Norinder under 1920- och 1930-talen, vilka möjliggjort mätningar av blixternas spänning och livslängd på kraftledningar. Det visade sig då att de tidigare konstruktörerna av åskskydd hade räknat med ampere och tusendels sekunder när de borde ha räknat med kiloampere och miljondels sekunder. Men nu visste konstruktörerna hur överspänningarna såg ut och behövde »ej längre ta till gissningar«.⁴⁵ Trots de tidigare så dåliga erfarenheterna hade därför nyare åskskydd kommit fram och kommit för att stanna. För nu hade ju vetenskapen ånyo hjälpt till att utveckla tekniken så att den fungerade och tilltron till åskskyddstekniken vilade åter på en säker grund. Eller hur?



Helande pseudoteknik. En av de tusentalet till akupunktörer utbildade svenska läkarna applicerar två akupunkturnålar för behandling av ledgångsreumatism. Foto: Mathias Landefjord/Pressens Bild.

Avslutning: Det här är också teknik!

Låt oss avslutningsvis återkomma till den fråga vi inledde med: Är pseudoteknik också teknik? Enligt Ingemar Nordin är användbarhet teknikens viktigaste kriterium. Som exemplen har visat sågs pseudoteknikerna som användbara av flera av dess användare, även om funktionaliteten i flera fall nog berodde mer på tur och tro. Men det intressanta med pseudoteknik är inte att undersöka *om* tekniken »egentligen fungerade eller ej« utan att dess användare faktiskt använde sig av tekniken *som om* den fungerade. Det går inte att i efterhand komma bort från detta faktum: Den var användbar för dem då, den *var* ett materiellt verktyg för uppfyllandet av deras önskningar. Det var helt enkelt teknik för dem. Vi historiker bör respektera detta och i våra studier behandla pseudotekniken som vi behandlar andra tekniker vare sig det är bensinbilar, elektriska maskiner, kärnkraftverk eller datorer.⁴⁶ Dessutom måste ju vi historiker oftast lita på samtida eller nutida ingenjörers och vetenskapsmäns omdömen, och när det gäller omtvistad teknik har vi sett att det kan vara svårt att hitta någon konsensus även inom sakkunskapen.

Akupunkturteknikens funktionalitet är ett modernt exempel, där vetenskapens uppfattning har svängt från förkastande till acceptans. Denna flertusenåriga österländska teknik kom till Västerlandet på 1600-talet men blev inte accepterad av den etablerade skolmedicinen. Men inställning och erfarenhet har ändrats sedan dess. I Sverige blev akupunktur en officiellt accepterad teknik inom svensk sjukvård år 1984, då Socialstyrelsen godkände den för smärtlindring. Tio år senare släpptes denna begränsning och akupunktur fick användas på alla sjukdomar om det skedde i enlighet med medicinsk behandlingskodex och »vetenskap och beprövad erfarenhet«. En av de sjukdomar som framgångsrikt behandlats är ledgångsreumatism. Läkarvetenskapen är dock inte säker på vilken mekanism som gör att flera besvär lindras eller försvinner helt. En docent vid Karolinska Sjukhuset uttryckte det sålunda: »Det intressanta är att det fungerar. Nu är det vetenskapens uppgift att ta reda på hur det fungerar.«⁴⁷

Således uttrycks i kontroverser om pseudotekniker två diametralt motsatta uppfattningar om teknisk funktionalitet. Detta gör studier av pseudoteknik till sociala dramor, där olika djupare liggande kollektiva uppfattningar om teknik och rationalitet kan komma upp till ytan för att uttryckas och artikuleras, och därmed synliggöra spänningar mellan teknikens rationella och mystiska aspekter. Vi historiker som vill förstå svun-

na tider och svunna tekniska *mentalités* kan studera dessa »rationalitetens arenor« för att få förståelse för teknik i alla dess aspekter – såväl dess rationella som dess mystiska. Men för detta måste vi anstränga oss att försöka förstå detta kontroversfyllda tänkande och agerande, och inte som några retrospektiva inkvisitorer försöka att belägga forntida kättare med felaktigt eller omoraliskt tänkande. Att söka att förstå rationaliteten i det till synes irrationella således – där den kanske viktigaste sanningen ligger i att pseudoteknikens användare tror på den och upplever att den fungerar.

Men detta är inte oproblematiskt. För att avslutningsvis återvända till Lawrence Stone menar han att den moderna människan vandrar på en knivsegg mellan rationalism och mysticism. På ena sidan den vassa eggen ser han ett teknifierat samhälle som är »friktionsfritt, opersonligt, rationellt och vetenskapligt, ett slags allomfattande IBM-företag under datorns herravälde«. Denna tillvaro kan visserligen vara oerhört effektiv, men också enformig och steril. Den lämnar inte något utrymme för ädlare känslor »som kärlek och medlidande, eller för känslan av estetisk mystik och förundran vilket ligger till grund för all stor litteratur, konst och musik«. ⁴⁸ Å andra sidan finns ett samhälle

at the mercy of prejudice and passion, driven forward by wholly irrational beliefs which stunt the mind and prevent effective action for human betterment. While it may be warm and vibrant, it is also full of cruelty, hate, and fear. The naked ape had better watch his step. ⁴⁹

I egenskap av medlemmar i de nakna apornas flock bör därför också vi teknikhistoriker begrunda Stones ord och passa på våra steg och handlingar, så att vi i vårt sanningssökande lyckas fånga det rationella i tekniken men utan att tappa bort de känslor av mystik och förundran som är en så viktig del av dess historia. Då som nu.

1. Jag vill tacka Jon Guice, Marika Hedin, Claes-Fredrik Helgesson, Ulf Larsson, Mats Ottenby och Helen Rozwadowski för de givande diskussionerna och Svante Lindqvist för inspirationen.
2. Svante Lindqvist, »Vad är teknik?«, i Bosse Sundin (red.), *I teknikens backspegel: Antologi i teknikhistoria*, Stockholm 1987, s. 12, 32.
3. Ingemar Nordin, *Teknologins rationalitet*:

En teori om teknikens struktur och dynamik, Stockholm 1988, s. 127, 118.

4. Ibid., s. 160–161.

5. För några exempel på studier av pseudovetenskap, se: Mary Jo Nye, »N-Rays: An Episode in the History and Psychology of Science«, *Historical Studies in the Physical Sciences* 11 (1980), s. 125–156; Alexander Kohn, *False Prophets: Fraud and Error in Science and*

Medicine, Rev. ed., Oxford 1988 (1986); Harry Collins & Trevor Pinch, *The Golem: What Everyone should know about Science*, Cambridge 1993.

6. För några exempel på teknik- och vetenskapshistoriska studier av *mentalités*, se: Marc Bloch, »Technical Change as a Problem of Collective Psychology« (1948), i Marc Bloch, *Land and Work in Mediaeval Europe: Selected Papers*, Berkeley 1967 (1966), s. 124–135; Lawrence Stone, »Magic, Religion and Reason«, i Lawrence Stone, *The Past and the Present Revisited*, London 1987 (1981), s. 178–198; Kathryn Olesko, »The Mental World of Physiklehrer: Subject and Method in the History of Mentalities«, *Recherches en Didactique des Mathématiques* 6 (1985), s. 347–362; Svante Lindqvist, »Har forskningsberedningen misslyckats?«, i *År svensk forskning samhällsrelevant?: Diskussionsinlägg om forskning från ledamöter i regeringens forskningsberedning*, Stockholm 1996, s. 29–40.
7. Stone, s. 179–180.
8. Natalie Z. Davies, »Anthropology and History in the 1980s«, *Journal of Interdisciplinary History* 12 (1981), s. 268.
9. Se framför allt: Carlo Ginzburg, »Inkvisitorn som antropolog«, *Häften för Kritiska Studier* 21 (1988), nr 3, s. 27–35; Carlo Ginzburg, »Häxeri och folklig fromhet: Om en process i Modena 1519«, i Carlo Ginzburg, *Ledtrådar: Essäer om konst, förbjuden kunskap och dold historia*, Stockholm 1989, s. 88–105, 131–137; Carlo Ginzburg, »Bevis och möjligheter: Anteckningar i marginalen till 'Martin Guerres återkomst' av Natalie Zemon Davis«, (1984) i Natalie Zemon Davis, *Martin Guerres återkomst*, Stockholm 1985, s. 153–156; Carlo Ginzburg, *Osten och maskarna: En 1500-talsmjölnares tankar om skapelsen*, Stockholm 1988 (1976); Carlo Ginzburg, *Benandanti: »De goda häxmästarna«*, Stockholm 1991 (1966).
10. Ginzburg, »Inkvisitorn som antropolog«, s. 28.
11. Marc Bloch, *Les rois thaumaturges: Étude sur le caractère surnaturel attribué à la puissance royale, particulièrement en France et en Angleterre*, Strasbourg 1924; Marc Bloch, *The Royal Touch*,

eng. övers., New York 1989 (1973).

12. François Dosse, *New History in France: The Triumph of the Annales*, Urbana 1994 (1987), s. 61–66; Peter Burke, *Annales-skolan: En introduktion*, Göteborg 1992, s. 39–43.
13. Carole Fink, *Marc Bloch: A Life in History*, Cambridge 1989, s. 110. – Ett annat vanligt namn på dessa ringar var »krampringar«.
14. Bloch, *The Royal Touch*, s. 99, 330–331.
15. Ibid., 96.
16. Ibid., s. 92–93, 96. – I den engelska översättningen står felaktigt »Gyneth«, se: Bloch, *Les rois thaumaturges*, s. 159.
17. Bloch, *The Royal Touch*, s. 104, 106, 107. Blochs kursiv.
18. Ibid., s. 97, 232.
19. Göran Hermerén, »Konst«, *Nationalencyklopedin* 11 (1993), s. 261; William Eamon, »Technology and Magic«, *Technologia* 8 (1985), s. 58.
20. Eamon, »Technology and Magic«, s. 58.
21. Ibid., s. 61. – En liknande koppling mellan teknik och religion kommer fram i svensken Mårten Triewalds »teknoteologi«: Svante Lindqvist, *Technology on Trial: The Introduction of Steam Power Technology into Sweden*, 1715–1736, Uppsala 1984, s. 302–307.
22. William Eamon, »Technology as Magic in the Late Middle Ages and the Renaissance«, *Janus* 70 (1983), 186–190.
23. Eamon, »Technology and Magic«, s. 61–62.
24. Stone, s. 182.
25. Evon Z. Vogt & Ray Hyman, *Water Witching U.S.A.*, 2nd ed., Chicago 1979 (1959), s. 13–16; Anders Hult, *Källan till Vattnet: Sanningar och sägner om vattnet i marken*, Hedemora 1991, s. 165–166.
26. Georgius Agricola, *De Re Metallica*, trans. Herbert Clark Hoover & Lou Henry Hoover, London 1912 (1556), s. 38, 39. – Om Agricola, se: Gerylynn K. Roberts, »Science from the Earth in Central Europe«, i David Goodman & Colin A. Russell (red.), *The Rise of Scientific Europe 1500–1800*, Sevenoaks 1991, s. 152–156; Arnold Pacey, *The Maze of Ingenuity: Ideas and Idealism in the Development of Technology*, 2nd ed., Cambridge, Mass. 1992 (1974), s. 112–119.

27. Agricola, s. 39. – Översättning från engelskans »incantations and craft».
28. Agricola, s. 41; Vogt & Hyman, s. 15.
29. »Slagruta», *Nationalencyklopedin*, 16 (1995), s. 612; Per Mortensen, »Elastisk klyka visar vägen till vatten», *Dagens Nyheter*, 15 april 1996, Del A, s. 7.
30. Lindqvist, *Technology on Trial*, s. 302.
31. För debatten, se: *Teknisk Tidskrift* 45 (1915), *Veckoupplagan*, s. 351, 420–421, 484–485, 532; *Teknisk Tidskrift* 46 (1916), *Veckoupplagan*, s. 51–52.
32. L. Sparr, »Slagrutan», *Teknisk Tidskrift* 40 (1910), *Veckoupplagan*, s. 394.
33. Idem, »Slagrutan än en gång», *Teknisk Tidskrift* 45 (1915), *Veckoupplagan*, s. 485.
34. Jan Tångring, »'Ingen ska få diktera mina villkor'», *Ny Teknik. Teknisk Tidskrift* (1997): nr 5, s. 11.
35. Torbern Bergman, *Inträdestal, om möjligheten att förekomma åskans skadeliga verkningar*, Stockholm 1764, s. 26. Se även: Svante Lindqvist, »Naturresurser och teknik: Energiteknisk debatt i Sverige under 1700-talet», i Tore Frängsmyr (red.), *Paradiset och vildmarken*, Stockholm 1984, s. 102.
36. »Åskledare», *Nationalencyklopedin* 20 (1996), s. 370.
37. Ragnar Lundholm, *Överspänningar och överspänningsskydd i elektriska starkströmsanläggningar*, Stockholm 1944, s. 13.
38. Ibid., s. 13–14.
39. Waldemar Borgquist & K. E. Nylander, »En återblick på utvecklingen inom den elektriska anläggningstekniken», i *Kungl. Vattenfallsstyrelsen* 1909–1934: *En återblick på tjugoårs verksamhet*, Stockholm 1934, s. 103–104.
40. Harald Norinder, »Berättelse rörande resa till Tyskland, Frankrike och England i januari – mars 1922», 31/3 1922, s. 4, 6, 18, *Vattenfalls Arkiv, Råcksta*, EBB, F1AA:3139, Reseberättelser:I.
41. Ralph Philipsson, »Redogörelse för deltagande i internationella högspänningskonferensen i Paris 1933», 2/7 1933, s. 4, *Vattenfalls Arkiv*, EBB, F1AA:3139, Reseberättelser:II.
42. Gösta Rydbeck, »Överspänningsskydd och stationsisolation», *Teknisk Tidskrift* 69 (1939), *Elektroteknik*, s. 189.
43. Ibid., s. 189, 192, 193.
44. Ragnar Lundholm, »Överspänningsskyddstekniken», *ERA* 12 (1939), s. 155–156.
45. »Den svenska åskforskningen», *ERA* 5 (1932), s. 134; »Åskstörningar», *ERA* 16 (1943), s. 81.
46. Detta symmetriargument har naturligtvis kopplingar till kunskapssociologen David Bloor's diskussion, se: David Bloor, *Knowledge and Social Imagery*, 2nd ed., Chicago 1991 (1976), passim, spec. s. 7, 175–179.
47. Per Lytsy, »Nålstick som lindrar smärta: Akupunktur alltmer accepterad behandlingsmetod inom medicinen», *Dagens Nyheter*, 10 januari 1995, Del A, s. 6; Per Lytsy, »Liten punkt rymmer stor energi», *Dagens Nyheter*, 10 januari 1995, Del A, s. 6; Sven Andersson, »Akupunktur», *Nationalencyklopedin* 1 (1989), s. 151–152.
48. Stone, s. 198.
49. Ibid.