

Helge Kragh

Temaer fra videnskabshistoriens historie

Videnskabshistorien er så gammel som videnskaben selv, omend den gennem tiderne har antaget vidt forskellige former og haft forskellige funktioner. Det er først i dette århundrede, og specielt i dets sidste halvdel, at en professionel videnskabshistorie er blevet etableret som en del af det akademiske landskab. I betragtning af emnets umådelige størrelse og kompleksitet er det en umulig opgave at give en kortfattet og dog dækkende fremstilling af hvorledes videnskabshistorien har udviklet sig fra antikken og til i dag. Dette essay skal da heller ikke opfattes som et sådant forsøg, men blot som en nødtørftig oversigt over visse af de markante ændringer, der gennem mere end to tusinde år er forekommet i det historiske perspektiv på videnskaberne. (Blandt videnskabshistorikere er det praksis at forstå begrebet videnskab som matematik og naturvidenskab, en praksis jeg følger.)

1. Antikkens videnskabs- og historiesyn

Et historisk syn på videnskaben, i det mindste i vor betydning af begrebet "historisk", var i al væsentlighed fremmed for den græsk-romerske kultur. Det grundlæggende historiske perspektiv, hvorefter nuværende hændelser og tilstande ses som resultater af en dynamisk udvikling der kausalt forbinder fortiden med nutiden, er kulturhistorisk set et kontingent fænomen. Det var ikke naturligt for de græske filosoffer og historikere at tænke i sådanne baner, bl.a fordi det herskende tidsbegreb var cyklisk snarere end det dynamisk-lineære begreb, der først opstod i middelalderen og som i høj grad har formet vor opfattelse af historien. I en cyklisk eller statisk verden var der ikke plads til udvikling og fremskridt, netop de begreber, vi forbinder med historiske forløb. Grækerne havde hverken sans eller interesse for at tidsfæste hændelser i kronologisk orden og deres tidsperspektiv var ofte begrænset til en generation eller to.

Hos Thukydid, en af den græske oldtids fineste historikere, møder man både den antikke historieskrivnings styrke og svaghed. Thukydid gjorde som en af de første brug af kausalanalyser og behandlede sit materiale ud fra strenge kildekritiske standarder. Hans metode bestod imidlertid ikke i at udforske ældre

dokumenter (sådanne fandtes sjældent), men i nedskrivning af de personlige vidnesbyrd som han selv og andre troværdige øjenvidner til begivenheder havde kendskab til og som derfor måtte anses som autentiske. Thukydids tidsperspektiv var begrænset til sin samtid, ikke blot fordi mulighederne for kildeindsamling og -kritik her var bedst, men også fordi han bevidst var uinteressert i fortiden. Hvad der var sket "for længe siden," kunne ikke være vigtigt, for der var ikke nogen reel forskel på fortid og nutid. Vi lever i nutiden, som derfor er vigtig, men den græske tanke var fremmed over for ideen om at nutiden er et produkt af fortiden og et udgangspunkt for fremtiden.

På trods af det manglende historiske perspektiv var der en form for videnskabshistorie allerede i den græske oldtid, nemlig i de kommentarer som filosoffer og lærde skrev om deres forgængeres eller samtidiges tanker. Man kan med nogen ret kalde Aristoteles den første videnskabshistoriker, idet der i hans omfattende samling af arbejder findes en rigdom af oplysninger om græsk videnskab og naturfilosofi. Det er f.eks hovedsageligt fra Aristoteles og dennes senere kommentatorer at vi har kendskab til Demokrits og Leukippos' atomisme. Aristoteles' formål med den slags "historie" var kritisk, idet han typisk beskrev ældre standpunkter og teorier for at gøre op med dem og erstatte dem med sine egne teorier. Aristoteles brugte Demokrits system til at afvise atomteorien og argumentere for en stoflig kontinuumsteori, men i denne proces gav han samtidig en indsigtfuld og fair beskrivelse af atomisternes synspunkter og kom derved til at fungere som en slags videnskabshistoriker i hvad der mere end to tusinde år senere ville blive kaldt den historiekritiske tradition.

2. Den ny videnskab

Under den naturvidenskabelige revolution i det 17. århundrede kom videnskaberne historie til at spille en aktiv rolle i periodens kulturkamp, dels i forsøget på at frigøre sig fra antikkens autoriteter og dels i striden mellem empiriske og mere rationalistiske strømninger. For den ny videnskabeligheds fortalere var Aristoteles, Galen, Plinius og andre af de store videnskabelige forfattere fra antikken i høj grad nærværende og optrådte ofte i periodens videnskabelige litteratur. Dette er f.eks tydeligt i William Gilberts *De Magnete* (1600), der starter med et kapitel om hvad de klassiske autoriteter havde ment om magnetstenen, og endnu i William Harveys *De Generatione Animalium* (1651) spiller Aristoteles en hovedrolle. Men det var i stigende omfang som mål for

kritik og ikke, som det havde været tilfældet i renaissance, for at legitimere nye synspunkter via deres samhørighed med en glørværdig fortid. Sådan legitimation blev efterhånden unødvendig og kunne med den sejrige fremskridtsideologi fra starten af det 18. århundrede endda have et reaktionært skær.

Uanset om periodens naturforskere engagerede sig i fiktive debatter med de klassiske autoriteter eller ej, så spillede videnskabshistorien en aktiv og skabende rolle i den komplekse proces, der kom til at definere den ny videnskabs idealer. Det er velkendt fra bl.a den politiske historie, hvorledes man kan (mis)bruge historien til at opnå nu- eller fremtidige mål og på denne måde bevidst forme fremtiden ud fra en mere eller mindre autentisk fortid – og hvis den autentiske fortid ikke passer til formålet, kan man altid rekonstruere en mere passende historie. En sådan brug af historien spillede bl.a en vigtig rolle i 1660'erne, da engelske naturforskere omkring det nye Royal Society søgte at autorisere selskabets empirisk-induktive videnskabssyn via kvasihistoriske argumenter. I sin *History of the Royal Society* fra 1667 identificerede Thomas Sprat det ny selskabs historiske rødder med forskere i den Bacon'ske tradition, mens han fraskrev Descartes og andre tilhængere af et rationalistisk-deduktivt program nogen indflydelse på selskabets dannelse. I og med at Sprats *History* hurtigt fik en autoritativ status, virkede dens historiske rekonstruktion selvopfyldende og bidrog til at styrke selskabets selvforståelse.

Det er værd at bemærke at Sprat ikke nødvendigvis brugte betegnelsen "historie" som en fortælling om hvordan nutiden var blevet skabt af fortidens hændelser. For ham og andre i perioden var en "historie" nok så meget en faktuel redegørelse for begivenheder, der ikke behøvede at være kronologisk relaterede eller referere til fortiden. Et "historisk fænomen" betød ofte blot et faktisk eller konkret fænomen, mens det i nutidig sprogbrug typisk betyder en fænomen fra fortiden. Denne tidsløse brug af ordet var almindelig i en lang periode og kan f.eks findes i Joseph Priestleys *The History and Present State of Electricity* fra 1767. Den læser, der i Priestleys værk forventer at finde en historisk redegørelse for elektricitetslærens udvikling, bliver skuffet. Som mange andre af oplysningstidens videnskabelige forfattere brugte Priestley "historie" som synonymt med samtidige eller næsten samtidige begivenheder, dvs. med frontforskning. Hans elektricitetshistorie var nærmest et omfattede "review essay," en kritisk vurdering af forskning på området med henblik på at etablere en status som grundlag for fremtidig forskning. Vi møder den samme holdning og sprogbrug hos den franske astronom Jean-Sylvain Bailly, der i sin *Histoire de l'Astronomie Moderne* fra 1782 forklarede at hans formål var at

berette om "hvad vi har gjort" for derved at kunne foreslå "hvad vi kan gøre."

Den slags videnskabshistorier som Priestley og Bailly skrev, var hvad senere historikere ville kalde teleologiske, presentiske og "whiggish." Deres formål var ikke at beskrive fortidens videnskab ud fra dennes egne præmisser, men at hylde samtidens fremskridt ved at sammenligne den med fortidens fejltagelser. En videnskabs historie havde en moralsk og en praktisk funktion, nemlig at informere den moderne forsker om tidligere udviklinger, således at han kunne blive inspireret af disse og samtidig få et samlet overblik over viden på sit område. Priestley var ganske klar i sin pragmatiske opfattelse af videnskabshistorien: "Et nøje kendskab til hvad der er blevet gjort tidligere kan ikke undgå at lette vores fremtidige fremskridt ... Sådanne historier er tydeligvis endnu mere nødvendige i en videnskabs avancerede stadium, end de er det ved dens fødsel. I dag er der så mange filosofiske [dvs. videnskabelige] opdagelser, og redegørelser for dem er så spredte, at det ikke er i et enkelt menneskets magt at skabe sig viden om alt, der er gjort, som et grundlag for sine egne undersøgelser."¹ Efter moderne anskuelser har vi her ikke opskriften på en videnskabshistorie, men på en praktisk orienteret encyklopædi eller statusrapport.

3. Fremskridtstro og romantik

Det 18. århundrede var rationalismens og fremskridtsoptimismens periode, hvor også opfattelsen af videnskabens historie blev behersket af oplysningsideologien. Indflydelsesrige franske oplysningstilfælder som Diderot, Condorcet og Voltaire var begejstrede for den nye newtonske videnskab i en sådan grad at de havde svært ved at sætte den ind i et historisk perspektiv. Iflg. disse tænkere var den ægte videnskab først opstået i det 16. og 17. århundrede, med giganter som Kopernikus og Galilei, og den var opstået i kamp med det hensygnende klerikalt-middelalderlige verdensbillede. Kampen mod kirkens undertrykkende autoritet var en vigtig del af oplysningstidens kulturkamp og videnskabshistorien blev flittigt brugt som et argument i denne kamp. I det omfang Voltaire og hans åndsfæller overhovedet beskæftigede sig med middelalderen, fremstillede de denne periode negativt og som den absolutte modsætning til den ny videnskabelige periode der alene ville sikre fortsat fremskridt i erkendelse. Udtrykket "den mørke middelalder" stammer fra oplysningstiden, der næppe kan karakteriseres som særlig oplyst hvad angår historisk indsigt og forståelse.

Den slående mangel på historisk forståelse, der (efter vor opfattelse) præger

mange af oplysningstidens vigtige skrifter, var til dels resultatet af det rationalistiske erkendelsesideal der prægede især de franske filosoffer. Dette ideal byggede på Descartes' ideer, iflg. hvilke evnen til rationel erkendelse var en medfødt tilstand hos den hvide race og som derfor var tidsløs og universel. Efter en cartesiansk-rationalistisk opfattelse kunne erkendelse ikke afhænge af specifikke historiske eller kulturelle omstændigheder. Alene af den grund havde man svært ved at forestille sig alternative former for erkendelse og videnskabelig tænkning som kunne have karakteriseret f.eks det middelalderlige menneske. Derimod ville studiet af den nye videnskabs korte historie kunne afsløre hvordan sand erkendelse blev til og i denne forstand tjene til at formulere en generel opdagelseslogik eller *ars inveniendi*, således som bl.a Leibniz hævdede.

Den type videnskabshistorie som Priestleys og Baillys nævnte værker eksemplificerer, florerede i sidste del af det 18. århundrede. Der blev udgivet omfangsrige bind om matematikkens, kemiens, teknologiens og astronomiens historier, som især havde til formål at præsentere et samlet billede af en videnskabs stadi og udvikling. Disse værker var faktisk rige, skelnede sjældent mellem anekdoter og dokumenterede data, og må nærmere betegnes som krønikeskrivning end egentlig historieskrivning.² Den historiske bevidsthed og metodik var endnu uudviklet og al aktivitet inden for historieskrivning om videnskab før 1830erne må betegnes som hørende til videnskabshistoriens forhistorie.

Romantikken var på flere måder en reaktion mod oplysningstiden og indebar i almindelighed en større forståelse for andre kulturer og ældre historiske perioder. Romantisk inspirerede forskere og lærere havde stor og ofte sværmerisk sympati for middelalderen. Deres form for historicisme udstrakte sig også til videnskaben, hvor man f.eks søgte at forstå alkymi og andre tidligere erkendelsesformer ud fra fortidens egne præmisser. Mens romantikkens naturfilosoffer typisk havde stor historisk indfølelse (empati), havde de ikke tilsvarende respekt for det systematiske og kritiske kildearbejde som vi i dag betragter som et *sine qua non* for historieforskningen, men som i 1800 endnu ikke havde autoritativ status. I overensstemmelse med romantikkens almindelige ideologi mente den ledende naturfilosof Henrich Steffens at detaljerede kildestudier blot ødelagde muligheden for virkeligt at forstå fortiden. En sådan forståelse, hvad enten den var af fortiden eller naturen, måtte nærmere være baseret på den empatisk-intuitive "Ahnelse om en uendelig forbindelse," der blev tillagt så stor betydning af naturromantikerne. "Denne Ahnelse slutter os ligeledes til Historien," skrev Steffens i 1803. "Tidsaldere, hvis Tænkemaade, hvis udvortes Existenz havde et ganske andet Sving end vor, blive os begribelige ved den.

Overlade vi os til den, saa resignere vi paa hiint Forstandens almindelige Postulat, at giøre vor Tid og dens Tænkemaade til en Norm for alle, den skiænker os de Tidernes Organer, som ligge skjulte i det Forbigangne.”³

4. Det nittende århundrede

Et væsentligt motiv for videnskabshistorikere i det 19. århundrede var af filosofisk art, nemlig via et studium af den videnskabelige erkendelses historiske udvikling at forstå, hvordan man kan opnå sand erkendelse om naturen. De to pionerer inden for denne genre af filosofisk motiveret videnskabshistorie var William Whewell in England og Auguste Comte i Frankrig. Whewell var ikke primært interesseret i historien, og slet ikke for dennes egen skyld, men ønskede at bruge videnskabshistorisk materiale som basis for en almen videnskabelig metodelære, der i hans tilfælde lagde vægt på både hypotetisk-deduktive og empirisk-induktive metoder. Hans *History of the Inductive Sciences* (1837) var ikke blot en af de første reflekterede videnskabshistorier, men samtidig et forsøg på at klassificere de forskellige videnskaber og etablere deres grænser.⁴ I modsætning til oplysningsfilosofferne argumenterede Whewell, at en sund filosofisk forståelse af den videnskabelige proces nødvendigvis måtte være baseret på den historiske udvikling og at videnskabsfilosofi derfor var intimt knyttet til historien. Denne kobling mellem videnskab, filosofi og historie var et almindeligt træk i århundredets sidste halvdel og Whewells opfattelse blev delt af mange fremtrædende videnskabsmænd. I en henseende adskilte Whewells historiografi sig ikke fra oplysningsfilosofien i det 18. århundrede, nemlig hvad angik dens fascination af og fokusering på fremskridtet. “I vores historie behøver vi kun beskæftige os med det videnskabelige *fremskridt*,” fremhævede Whewell. “Dette spiller hovedrollen i vort drama; og alle de hændelser, der ikke har noget at gøre hermed, er ikke en nødvendig del af vort tema – omend de kan være af relevans for dyrkelsen og dyrkerne af filosofien.”⁵

Fra omkring 1870 gik mange forskere aktivt ind i deres fags historie som de studerede med stor omhu og kompetence. Fremtrædende eksempler på denne generation af videnskabsmænd-historikere er fysikeren Ernst Mach og kemikerne Marcellin Berthelot og Hermann Kopp. Det er en tradition, der heldigvis stadig findes, men i dag er sjældnere og ikke har samme imponerende omfang som i det 19. århundrede. I samme periode opstod de første omfattende nationale videnskabshistorier, utvivlsomt tildels et resultat af den almindelige

nationalisme i tiden. I 1870erne fejrede det nye samlede Tyskland således sin nationale identitet med udgivelsen af et massivt 15-binds værk med fællestitlen *Geschichte der Wissenschaft in Deutschland*.

Comtes position i filosofiens historie er omstridt, men han bør i det mindste anerkendes for sin visionære indsats i forståelsen af videnskabshistorien. Omend Comte er kendt som positivismens ophavsmand og profet, var hans historiesyn overraskende lidt positivistisk. F.eks. havde han en klar forståelse for middelalderens åndsliv og den positive rolle som alkymi, kabalisme og neoplatonisk mystik havde spillet i perioder af den videnskabelige udvikling. I 1830 beskrev han videnskabshistorien som værende af “den største vigtighed,” da “man ikke kan have fuldt kendskab til en videnskab, så længe man ikke har kendskab til dens historie.”⁶ For Comte var videnskabshistorien dog ikke primært af værdi som disciplinhistorie, men snarere som en del af en samlet kulturhistorie. Han ønskede, som senere Sarton, en syntetisk videnskabshistorie i en socio-kulturel kontekst stedet for en samling af isolerede disciplinhistorier og andre specialiserede studier. Videnskabens enhed var iflg. Comte et faktum og derfor var det videnskaben, ikke videnskaberne, som måtte være videnskabshistoriens sande domæne. Denne fremhævelse af holistiske og eksternalistiske perspektiver lyder helt moderne – kontekstualistisk – og ikke spor positivistisk. For Comte var det dog kun et program, som han ikke gjorde noget for at realisere. For især fransk videnskabshistorie fik Comte stor betydning, ikke mindst via Paul Tannery, der overtog flere af Comtes ideer og udviklede dem til et grundlag for moderne videnskabshistorie.

I almindelighed var den videnskabshistorie, der fandtes i det 19. århundrede, internalistisk og orienteret mod fagdiscipliner. Politiske og økonomiske faktorer i det omgivende samfund spillede normalt ingen rolle i de historiske fremstillinger. Det bør dog nævnes, at Karl Marx og Friedrich Engels begge var interesserede i teknologi- og videnskabshistorie og at man i deres værker kan finde interessante, omend uudviklede, ansatser til en materialistisk funderet videnskabshistorie.⁷ I det mindste i et tilfælde, den tysk-engelske kemiker Carl Schorlemmers kemihistorie fra 1879, fik Marxs tanker en direkte indflydelse på et tidligt videnskabshistorisk arbejde. Schorlemmer var en personlig ven af Marx og hans *The Rise and Development of Organic Chemistry* var stærkt inspireret af den historiske materialisme. Langt senere, i 1930erne, blev marxistisk analyse anvendt på en mere direkte måde i studiet af videnskaberne historie, først af Boris Hessen i et berømt-berygtet essay om den socio-økonomiske baggrund for Newtons fysik. Hessens provokation inspirerede en gruppe af “røde” engelske

akademikere til at udvikle en marxistisk orienteret videnskabshistorie.⁸

Det 19. århundrede betragtes normalt som perioden hvor ånds- eller humanvidenskaberne etablerede sig og hvor historie blev en selvstændig disciplin med sit eget paradigmatisk grundlag inden for den nye gruppe af åndsvidenskaber. De nye og strengere standarder for videnskabelig historieskrivning som Leopold von Ranke og andre introducerede omkring 1850 betød en revolution inden for kildekritisk metode og historieforståelsen generelt. Den nye historiografi fik dog kun begrænset betydning for videnskabshistorien, bl.a fordi humanisterne forsvarede historien som en ren *Geisteswissenschaft*, hvis mål og metoder intet havde til fælles med de nomologiske og objektivistiske naturvidenskaber. Den historiografiske debat blandt især tyske historikere ved århundredets slutning skabte en uheldig og varig adskillelse mellem historievidenskab og videnskabs-historie. Mange videnskabsmænd argumenterede at videnskab burde indtage en central placering i det faghistoriske landskab, men de formåede ikke at skabe en interesse blandt de humanistiske forskere for videnskaben som et legitimt historisk objekt.⁹

Meget ville have set anderledes ud, hvis videnskabshistorie var blevet accepteret som en del af det normalhistoriske studium omkring 1900. Men det skete altså ikke. Den forsigtige professionalisering af videnskabshistorie, der fandt sted på denne tid, skete i stedet i forsøg på at skabe et selvstændigt studieområde, der hverken hørte til natur- eller humanvidenskaberne, men inkluderede træk fra begge. Der var dog tale om en yderst svag profession, der ikke var baseret på et fælles intellektuelt grundlag, som savnede akademisk prestige og økonomiske midler, og som i høj grad var baseret på naturvidenskabsmænds noget tilfældige velvilje. Det er værd at nævne, at en af de første lærestole i videnskabshistorie var dansk, nemlig da Jacob J. Petersen i 1893 blev professor i medicinens historie ved Københavns Universitet. De første selskaber og tidsskrifter i videnskabshistorie stammer også fra århundredskiftet, nemlig det tyske *Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften* (1901) og dets *Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften* (1902). Endnu et tegn på den voksende interesse for videnskabens historie var arrangementet, under Tannerys ledelse, af den første internationale kongres for videnskabshistorikere i Paris i 1900.

5. Positivistisk historiografi fra Mach til Sarton

Hvad man kan kalde positivistisk historiografi er karakteriseret ved tre minimalbetingelser.¹⁰ For det første hævdes videnskaben at have udviklet sig lineært, progressivt og teleologisk mod sit nuværende stadium; for det andet betragtes fremskridtet som det kumulative resultat af at have fulgt den rette videnskabelige metode i form af en induktiv analyse af en stedse øget mængde af empiriske data; og for det tredje antages det, i det mindste implicit, at historikeren kritisk bør vurdere og evaluere fortidens videnskab og foretage denne vurdering ud fra moderne accepterede standarder for gyldig viden og metode. Omend Comte må betragtes som ophavsmand til denne type historiografi, der har mange varianter, var det især med Ernst Mach, at den opnåede betydelig indflydelse og filosofisk legitimation. Machs berømte *Die Mechanik in Ihrer Entwicklung Historisch-Kritisch Dargestellt* (1883) og *Die Principien der Wärmelehre Historisch-Kritisch Entwickelt* (1896) hører til videnskabshistoriens vigtigste arbejder. I *Die Mechanik* finder vi prototypen på den historie-kritiske metode, hvor formålet med videnskabshistorien ikke primært er at redegøre for fortidens videnskab på et neutralt eller objektivt grundlag, men at bruge historien eksemplarisk i en videnskabsfilosofisk sammenhæng.

Blandt Machs mange interessante observationer finder vi ikke blot hans berømte kritik af Newtons rum- og tidsopfattelse, men også historiografiske bemærkninger, der slående minder om de konstruktivistiske positioner som skulle blive fashionable hundrede år senere: "Historisk analyse bidrager ikke blot til forståelsen af den nutidige situation, den giver os også nye muligheder ved at vise, at det som eksisterer nu i stor udstrækning er *konventionelt* og *tilfældigt*. Set ud fra dette overordnede synspunkt om hvordan forskellige tankegange konvergerer, kan vi orientere os mere frit og opdage veje som før var ukendte."¹¹ Mach argumenterer her for kontingensen i den videnskabelige udvikling – muligheden for forskellige alternative scenarier – hvilket netop er et synspunkt som er blevet særdeles populært i konstruktivistisk inspireret historiografi i slutningen af det 20. århundrede.

En anden indflydelsesrig videnskabshistoriker og -filosof, der på visse områder delte Machs positivistiske videnskabsopfattelse, var den franske fysiker og kemiker Pierre Duhem. Historiografisk set adskilte Duhem sig dog betydeligt fra den form for positivisme, som Comte og Mach repræsenterede. Mens eksperimentalfysikeren Galileo for Mach var begyndelsen til den videnskabelige revolution, argumenterede Duhem i bl.a. *Les Origines de la Statique* (1905-1907) at denne såkaldte revolution startede med middelalderlige naturfilosoffer

og teologer som Jean Buridan og Nicole Oresme omkring 1300. Iflg. Duhems evolutionære tankegang var det i det hele taget tvivlsomt om man meningsfuldt kunne tale om den "videnskabelige revolution" – og hvis man kunne, så hørte den ikke til det 17. århundrede. Selv om Duhem således adskilte sig fra Mach på dette område, så var han dog på andre områder fast forankret i den positivistiske tradition. Således brugte han (som Comte, Whewell og Mach) videnskabshistorien som støtte og inspiration for sine filosofiske holdninger – bl.a. den senere så berømte Duhem-Quine tese – og han argumenterede, at metafysiske anskuelser og matematisk teoretisering historisk set havde vist sig skadelige for det videnskabelige fremskridt.

Positivistisk historiografi blev med styrke kritiseret i mellemkrigstiden, bemærkelsesværdigt nok netop den periode, hvor den logiske positivisme etablerede sig som en ledende videnskabsfilosofisk retning. Der er dog ikke nogen modstrid heri, for begrebet "positivisme" er mangetydigt og i modsætning til den klassiske Comte-inspirerede form for positivisme havde de logiske positivistiske som Carnap, Neurath og Reichenbach hverken interesse eller synderlig indsigt i den historiske proces. Endvidere må det fremhæves, at selv om flere af de ledende videnskabshistorikere i mellemkrigstiden var kritiske over for både Mach og Duhem, så var de dog langt fra fremmede over for dele af det klassisk-positivistiske program. Et eksempel kan være den hollandske historiker Eduard Dijksterhuis, der især er kendt for sit vigtige arbejde om verdensbilledets mekanisering. På trods af sin fremhævelse af matematikkens rolle i den videnskabelige revolution (et anti-positivistisk træk) anvendte Dijksterhuis aldrig begrebet "revolution" i forbindelse med det 17. århundrede og i sin forståelse af gyldig videnskabelig viden var han på linje med en empiristisk eller positivistisk holdning.¹²

Den belgisk-amerikanske forsker George Sarton, som ofte betegnes som den moderne videnskabshistories faderskikkelse, var i høj grad inspireret af en positivisme à la Comte. Iflg. Sarton var videnskabshistorien den "systematiserede positive videns" historie som skulle bidrage til en styrkelse af moderne videnskab og derudover have et moralsk formål som forbindelsesled mellem humanistiske og naturvidenskabelige opfattelser. Sartons program for en ny akademisk videnskabshistorie byggede på en stærk, næsten religiøs tro på videnskabens civiliserende mission, som Sarton mente ville være af stor moralsk og politisk betydning. In sin massive *Introduction to the History of Science* (1927-1948) skrev han at videnskabshistorien var intet mindre end "historien om menneskehedens enhed, om dens ophøjede mål, om dens gradvise frelse."¹³

Omend Sarton ikke var blind for kulturelle, økonomiske og andre eksterne påvirkninger, var hans form for videnskabshistorie udpræget internalistisk. Desuden mente Sarton at historikeren i sin prioritering og evaluering af materiale burde være styret af nutidige standarder for fremskridt og rationalitet. Hvis et område efter disse standarder ikke betegnede et fremskridt i forhold til tidligere viden, hørte det i princippet ikke til videnskabens, men til fejltagelsernes historie. Omend Sarton var af stor betydning for den moderne videnskabshistories etablering – han grundlagde bl.a i 1912 tidsskriftet *Isis* – så var hans form for encyklopædisk og internalistisk videnskabshistorie efter nutidig opfattelse bemærkelsesværdig uhistorisk og må i dag anses for passé.

6. Koyré og videnskabshistoriens renæssance

Perioden fra omkring 1930 til 1960 var præget af en ny og sofistikeret form for videnskabshistorie, der havde et udpræget idealistisk præg og hvor videnskaben blev set som en del af en periodes filosofiske og åndelige klima. Et af de tidlige og indflydelsesrige værker i denne tradition var Edwin Burtt's *The Metaphysical Foundations of Modern Science* (1924), hvori indflydelsen af teologiske, mystiske og neoplatoniske strømninger på Kepler og Newton blev understreget. Den ny form for videnskabshistorie var snævert knyttet til idé- og åndshistorie og havde samtidig en klar filosofisk komponent. Iflg. Gaston Bachelard var videnskabshistorien ikke blot et epistemologisk laboratorium, omvendt var videnskabshistorien også afhængig af, og burde skrives i overensstemmelse med, epistemologiske positioner.¹⁴ Dette synspunkt førte Bachelard til en ejendommelig og lidet frugtbar skelnen mellem en "god" *histoire sanctionnée* og en "dårlig" *histoire perimée*, hvor sidstnævnte blev udelukket på grund af dens uoverensstemmelse med moderne viden. Den russisk-fødte, fransk-amerikanske filosofi- og religionshistoriker Alexandre Koyré var påvirket af Bachelard, Abel Rey, Émile Meyerson og andre franske filosoffer i sit syn på videnskabens historie og var som disse overbevist om, at videnskabshistorie og epistemologi var to sider af samme sag. Koyré hører til århundredets vigtigste videnskabshistorikere, dels på grund af sine mange innovative arbejder og dels på grund af den begrebsanalytiske metode han baserede sine arbejder på og som inspirerede en ny generation af videnskabshistorikere.¹⁵

I værker som *Études Galiléennes* og *La Révolution Astronomique* studerede Koyré den videnskabelige revolutions periode i et bredt kulturelt perspektiv,

hvor videnskabelige ideer blev sammenflettet med metafysiske og andre intellektuelt relevante ideer i tiden. For Koyré, som for mange af hans samtidige, var fortidens videnskab en intellektuel aktivitet hvori hverken samfundsmæssige eller teknologiske faktorer havde nogen nævneværdig rolle. Videnskab var "theoria, en søgen efter sandhed," og i denne søgen burde vulgære fænomener som eksperimenter, teknologi og økonomi rimeligvis ignoreres. Koyré argumenterede med styrke at Galileis mekanik ikke var funderet i eksperimenter, men udelukkende i begrebslige og teoretiske overvejelser, hvilket synspunkt dog senere har vist sig at være alt for ensidigt. Tilsvarende valgte Koyré at ignorere Galileis indsats i sin beskrivelse af den astronomiske revolution fra Kopernikus til Borelli. Årsagen: Galileis indsats var baseret på den nye kikkerteknologi, ikke på ren tænkning! Koyrés filosofisk baserede opfattelse af videnskab som *theoria* og en *itinerarium mentis in veritatem* var ekstrem og mødte da også kvalificeret modstand.¹⁶ Men der var tale om en velargumenteret, attraktiv og frugtbar ekstremisme som på væsentlige områder skabte et bedre og dybere billede af det 17. århundredes videnskab.

Koyré, der under krigen emigrerede til USA, fik stor betydning for amerikansk og dermed også international videnskabshistorie. Hans begrebsorienterede og idealistiske tilgang appellerede til amerikanske forskere i en periode hvor videnskaben via sine bidrag til radar, atombomber og raketteknologi var dybt involveret i det militær-industrielle kompleks. Det er blevet foreslået, at den koyréske videnskabshistorie netop virkede tiltrækkende som en reaktion mod denne situation, idet den understregede videnskabens historiske renhed.¹⁷ Under alle omstændigheder slog Koyrés program an og resulterede i en ny generation af videnskabshistorikere, der førte programmet videre og i en række vigtige arbejder satte nye og mere professionelle standarder for videnskabshistoriografi. Den nye generation, der på mange måder var pionerer i etableringen af moderne videnskabshistorie, inkluderede velkendte historikere som I. Bernard Cohen, Charles Gillispie, A. Rupert Hall, Henry Guerlac og Thomas Kuhn.

Bortset fra at være internalistisk, var det meste af den ny videnskabshistorie i 1950'erne fokuseret på de fysiske videnskaber med det 16. og 17. århundrede som den foretrukne periode. De biologiske og geologiske videnskaber vandt ikke tilsvarende interesse og kun sjældent blev begivenheder i det 20. århundrede fundet egnet til videnskabshistorisk analyse. Metodologisk set var den ny videnskabshistorie baseret på en afvisning af teleologisk eller presentisk historiografi, dvs. historie prioriteret og skrevet ud fra nutidens standarder som målestok for historiske hændelsers interesse og relevans. I stedet for sådan

“Whig-historie” blev idealet at placere sig mentalt i fortiden og bedømme den ud fra fortidens egne præmisser. Denne vigtige morale blev bl.a udbredt via Cambridge historikeren Herbert Butterfield, der i 1950 argumenterede at “hvad der er forkert i videnskabshistorien, som i alle andre slags historie, er altid at have sin opmærksomhed hæftet på nutiden som referencegrundlag; eller at forestille sig, at den position som en videnskabsmand fra det 18. århundrede har i verdenshistorien, vil afhænge af spørgsmålet om hvor tæt han var ved at opdage oxygen.”¹⁸ Butterfield var på mange måder repræsentativ for videnskabs-historien anno 1950, bl.a ved sin (for en faghistoriker usædvanlige) fremhævelse af videnskabens betydning for verdenshistorien. Det 17. århundredes videnskab var intet mindre end “det egentlige ophav både til den moderne verden og til den moderne mentalitet,” hvorfor “vor sædvanemæssige inddeling af Europas historie bliver en anakronisme og en klods om benet.”¹⁹

Selv om perioden 1940-60 i almindelighed var præget af en form for idealistisk videnskabshistorie i Koyrés ånd, var der også andre og vigtige tendenser. Specielt bør nævnes den langsomt voksende interesse for videnskabens sociologi og socialhistorie som i høj grad var baseret på Robert Mertons pionerarbejde fra 1938 om de samfundsmæssige betingelser for videnskaben i det 17. århundredes England. I dette og senere arbejder argumenterede Merton, at videnskaben, så vidt angår dens omfang, fordeling og vilkår, var afgørende bestemt af eksterne faktorer som social struktur, økonomi og religiøse forestillinger. Men han og andre forskere i samme sociologisk-historiske tradition, hvoraf især Joseph Ben-David bør nævnes, begrænsede i det væsentlige deres analyser til videnskaben som en social institution, mens videnskaben som erkendelsesform lå uden for deres program.²⁰ Da man skelnede mellem videnskabens ydre og indre faktorer, og fastholdt at sidstnævnte havde en autonom dynamik hinsides socio-kulturel forklaring, kunne videnskabssociologi af Mertons type udvikle sig i næsten fredelig sameksistens med den internalistiske videnskabshistorie af Koyré type. Der var tale om to forskellige aspekter af videnskabens historie, begge af positivistisk karakter, snarere end to rivaliserende programmer. Det var først i 1970erne at der blev stillet alvorlige spørgsmål ved denne sameksistens, nemlig med den form for epistemisk videnskabsociologi som især startede med den såkaldte Edinburgh skole (Barry Barnes, David Bloor m. fl.).

7. Nyere tendenser: Eklekticisme og kontekstualisme

Udviklingen siden 1960 har været præget af to modsat rettede tendenser. På den ene side har videnskabshistorien fortsat med at udvikle sig professionelt og mod stadig større autonomi. I 1961 argumenterede I. B. Cohen, en af videnskabshistoriens veteraner, for fagets autonomi ved at slå fast at "Vi behøver ikke 'undskylde' vor forskning i oprindelsen og udviklingen af en aktivitet som gennem mere end to tusind år har tiltrukket nogle af de bedste hjerner som verden har kendt!"²¹ Det historiske studium af videnskaben og dens kulturelle betydning er i dag anerkendt som en legitim disciplin, der ikke behøver motiveres via henvisning til dens værdi for andre discipliner. På den anden side er det klart, at en stor del af den voksende interesse for videnskabshistorien siden 1960 ikke er af historisk art, men motiveret i videnskabsfilosofiske og -sociologiske spørgsmål. Koblingen mellem videnskabens historie og filosofi er som nævnt et gammelt tema og den fik en ny betydning via Thomas Kuhns banebrydende arbejde fra 1962 om *Videnskabens Revolutioner*. Dele af Kuhns filosofiske, men historisk argumenterede budskab kan findes hos tidligere forfattere, hvoraf især Bachelard og polakken Ludwik Fleck bør nævnes.

Der kan ikke være tvivl om, at Kuhns betydning for videnskabsfilosofien har været enorm og at den har medført en generel "historisering" af denne gren af filosofien, samtidig med at en række filosoffer har udviklet eller kritiseret Kuhns ideer. Den post-positivistiske tendens er primært af filosofisk betydning, men har også haft en vis indflydelse på videnskabens historiografi.²² De ideer om videnskabsudvikling, som Kuhn, Karl Popper, Imre Lakatos og andre filosoffer har udviklet, har direkte eller indirekte historiografiske konsekvenser og har i en række tilfælde ført til filosofisk inspireret videnskabshistorie. I almindelighed må man dog sige, at disse forsøg på ny historiografi har været få og spredte, og at videnskabshistorien som helhed kun i ringe grad har været påvirket af disse eller andre filosofiske strømninger. Dette er utvivlsomt et sundhedstegn. Som jeg tidligere har argumenteret, så er videnskabsfilosofi uden videnskabshistorie tom, men videnskabshistorie uden videnskabsfilosofi er ikke nødvendigvis blind.²³

Det er ikke muligt at karakterisere de sidste tiårs videnskabshistorie via et bestemt dominerende program, idet området har udviklet sig i så mange retninger, at enhver idé om konsensus er udelukket. Fra omkring 1970 begyndte man at tale om "den ny eklekticisme" som et udtryk for den ofte frugtbare, men også forvirrende mangfoldighed af metoder, programmer og specialer. I forhold til den relative enighed, der herskede omkring det Koyré-inspirerede program

i 1950'erne, er der sket meget væsentlige ændringer. Disse kan groft set opdeles i fem kategorier.

(i) Mens at videnskabshistorien traditionelt fokuserede på antikken og den videnskabelige revolution i det 16. og 17. århundrede (eller det 18. århundrede for kemiens vedkommende) er der sket et markant kronologisk skift mod moderne videnskab, først mod det 19. århundrede og snart fulgt af en stigende interesse for det 20. århundredes videnskab. Grænsen mellem hvilke perioder og hændelser, der er historiske, og hvilke der ikke er det, er udvisket. I dag behøver en videnskabshistorisk undersøgelse ikke beskæftige sig med fortiden og samtidshistorie er accepteret som en naturlig og vigtig del af det videnskabs-historiske landskab.²⁴

(ii) Den tidligere periodes forkærlighed for de matematisk-fysiske videnskaber – eksemplificeret ved Kopernikus' astronomi, Newtons mekanik og Lavoisiers kemi – er blevet suppleret med og til dels afløst af en voksende interesse for geo- og især bio-videnskabernes historie. I 1990'erne er de biologiske videnskabers historie formentligt et større og mere vitalt område end fysikkens historie. Den øgede faglige bredde i moderne videnskabshistorie inkluderer ikke blot naturvidenskaberne, men også områder som lingvistik, sociologi, logik, antropologi og pseudovidenskaber.

(iii) Mens teknologihistorie tidligere blev opfattet som et appendiks til videnskabshistorien, men i den koyréske tradition i vidt omfang blev ignoreret, er studiet af teknologiens historie vokset til et selvstændigt og dynamisk forskningsfelt.²⁵ Samtidig med at teknologihistorien har frigjort sig fra videnskabshistorien, spiller den en vigtig rolle i sidstnævnte. Mens teknologi indgår som en vigtig del i videnskabshistorien, spiller videnskab kun en perifer rolle i teknologihistorien.

(iv) Den teori-fikserede videnskabshistorie, der stadig dominerede i 1960'erne, er blevet suppleret med en stærkt øget interesse for eksperimenter og laboratorier. Det er den eksperimentelle praksis, der nu er i fokus, ofte med detaljerede beskrivelser af apparatur og med det historiske eksperiment som et studieområde i sin egen ret i stedet for som et appendiks til teorien. I den voksende interesse for ikke-antikvarisk instrumenthistorie indgår videnskabs- og teknologihistorie i et symbiotisk forhold.²⁶

(v) Internalisme à la Koyré er forlængst ophørt med at være den anerkendte tilgang til videnskabshistorien, uden at dens placering dog er blevet erstattet af en ren eksternalistisk tilgang. Der kan dog ikke være tvivl om, at den væsentlig-

ste del af væksten i videnskabshistorie siden 1970 er sket inden for områder, der groft set kan betegnes som eksterne i forhold til videnskaben som en intellektuel proces (institutionshistorie, videnskabens økonomiske historie, diverse militære, sociale og politiske aspekter).

8. Imod en konstruktivistisk videnskabshistorie

Den nyeste videnskabshistorie er i stigende grad karakteriseret ved forsøg på at udvide faget både mht. dets områder og dets metoder. En integration af videnskabens historiske, sociologiske og filosofiske aspekter bliver ofte anset for at være idealet, omend den ønskede integration er af en anden art end den som f.eks. Duhem og Bachelard argumenterede for. Det nye er ikke så meget den filosofiske komponent – denne har som nævnt været der i lang tid – som den sociologiske komponent. Historisk orienteret videnskabssociologi er ganske vist ikke en ny opfindelse, men Robert Mertons klassiske version er blevet udfordret af andre og populære versioner, der på en mere direkte måde søger at forstå selve det intellektuelt-videnskabelige arbejde ud fra et sociologisk eller kulturanthropologisk perspektiv.²⁷ I såkaldt kontekstualistisk historiografi er det ikke videnskaben selv, der er i fokus, men videnskaben i vekselvirkning med sociale, økonomiske, politiske og ideologiske sammenhænge; og ofte er det disse sammenhænge eller kontekster, der prioriteres på videnskabens bekostning.²⁸

Siden 1970'erne har relativistiske og socialkonstruktivistiske grundholdninger været en væsentlig basis for megen videnskabshistorie. Denne historiografiske genre er ofte inspireret af Kuhn, der dog selv tog afstand fra hvad han i 1992 betegnede som "vild dekonstruktivisme."²⁹ På trods af deres popularitet i vide kredse, er relativisme og postmodernisme dog endnu af ret begrænset betydning i videnskabshistorien, hvor de langt fra har en dominerende position. En betydelig del af moderne videnskabshistorie, især disciplinshistorie og måske specielt inden for matematikkens historie, er i det væsentlige upåvirket af den nyere diskussion om videnskabens epistemiske status. En omtale af denne diskussion og dens konsekvenser for videnskabshistorien går ud over rammerne for herværende essay. Den konstruktivistiske bølge er for nylig blevet indgående behandlet af Jan Golinski, der med den metodologiske term "konstruktivisme" forstår "den grundlæggende opfattelse, at videnskabelig viden er skabt af men-nesker ud fra tilstedeværende materielle og kulturelle ressourcer, snarere end at den simpelthen er afdækningen af en naturlig orden som er præ-eksisterende og uafhængig af menneskers handlinger."³⁰ Jeg skal

ikke her kommentere denne form for konstruktivistisk videnskabshistorie, men må nøjes med at konkludere at videnskabshistorien ved årtusindskiftet er stærkere, bredere og mere etableret end nogen sinde; men også at der i dens vækst og diversitet er indbygget potentielle problemer som i det 21. århundrede meget vel kan true fagets enhed og identitet.

Noter

1. Som citeret i H. Kragh, *An Introduction to the Historiography of Science* (Cambridge: Cambridge University Press, 1987), s.3.
2. Dette er naturligvis en al for skematisk vurdering. En god gennemgang af oplysningstidens historie- og natursyn findes i Dietrich von Engelhardt, *Historisches Bewußtsein in der Naturwissenschaft: Von der Aufklärung bis zum Positivismus* (München: Karl Alber, 1979), der også behandler de efterfølgende romantiske og positivistiske perioder.
3. H. Steffens, *Indledning til Filosofiske Forelæsninger* (København: Gyldendal, 1968), s. 28.
4. Se f.eks. W. Whewell, *Theory of Scientific Method* (Indianapolis: Hackett, 1989), der indeholder uddrag af Whewells arbejder og en nyttig introduktion af Robert Butts.
5. Y. Elkana, ed., *William Whewell. Selected Writings on the History of Science* (Chicago: University of Chicago Press, 1984), p. 9.
6. Efter S. Andreski, ed., *The Essential Comte* (London: Croom Helm, 1974), s. 52.
7. K. Reipreich, *Die Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Arbeiten von Karl Marx und Friedrich Engels* (Berlin: Dietz Verlag, 1969).
8. Se P. Werskey, *The Visible College: The Collective Biography of British Scientific Socialists of the 1930s* (New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1979). Blandt de vigtigste af de engelske marxistiske videnskabshistorikere var James G. Crowther, John D. Bernal, Stephen Mason og, senere, Robert Young. Der har været mange, omend ikke synderlig heldige, forsøg på at genoplive den marxistiske tradition i videnskabshistorie. Se f.eks. Wolfgang Lefèvre, *Naturtheorie und Produktionsweise* (Darmstadt: Luchterhand, 1978).
9. G. Mann, "Geschichte als Wissenschaft und Wissenschaftsgeschichte bei Du Bois-Reymond," *Historische Zeitschrift* 231 (1980), 75-100. Den generelle baggrund er analyseret i G. G. Iggers, *The German Conception of History* (Middletown: Wesleyan University Press, 1968).
10. H. Kragh, "Positivist historiography," i Wilbur Applebaum, ed., *The Scientific Revolution: An Encyclopedia* (New York: Garland, udkommer 1999). Se også Engelhardt, *Historisches Bewußtsein* (note 2).
11. E. Mach, *The Science of Mechanics: A Critical and Historical Account of its Development* (La Salle: Open Court, 1960), s. 316.
12. E. J. Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture* (London: Oxford University Press, 1961; hollandsk orig. 1950). Se også F. Floris Cohen, *The Scientific Revolution: A Historiographical Inquiry* (Chicago: University of Chicago Press, 1994).
13. Bd. 1 (Baltimore: Carnegie Institution of Washington), s. 132. Om Sartons indsats i videnskabshistorien, se A. Thackray og R. K. Merton, "On discipline building: The paradoxes of George Sarton," *Isis* 63 (1972), 673-695 og T. Frängsmyhr, "Science and history: Georges Sarton and the positivist tradition in the history of science," *Lychnos* (1973-1974), 104-144.

14. G. Bachelard, *The New Scientific Spirit* (Boston: Beacon Press, 1984; fransk orig. 1934). På dansk er bl.a. udkommet G. Bachelard, *Nej'ets Filosofi* (København: Vintens Forlag, 1976). Se også Mary Tiles, *Bachelard: Science and Objectivity* (Cambridge: Cambridge University Press, 1984).
15. A. Koyré, *L'Aventure de l'Esprit: Mélanges Alexandre Koyré* (Paris: Hermann, 1964). I. B. Cohen, "Alexandre Koyré in America," *History and Technology* 4 (1987), 55-70. På dansk foreligger A. Koyré, *Tankens Enhed: Essays om Filosofi, Videnskabshistorie og Teknologi* (København: Reitzel, 1998) med indledning af Tom Bøgeskov.
16. Se diskussionen mellem Koyré og Henry Guerlac i E. C. Crombie, ed., *Scientific Change* (London: Heinemann, 1963), s. 797-812 og 846-857.
17. S. Toulmin, "From form to function: Philosophy and History of science in the 1950s and now," *Dædalus* 106 (1977), 143-162.
18. H. Butterfield, "The historian and the history of science," *Bulletin of the British Society for the History of Science* 1 (1950), 49-57. Om den senere diskussion om Whig-historie, se T. Nickles, "Philosophy of science and history of science," *Osiris* 10 (1995), 139-163.
19. H. Butterfield, *Den Naturvidenskabelige Revolution: Den Moderne Naturvidenskabs Oprindelse 1300-1800* (København: Rosenkilde og Bagger, 1964; engelsk orig. 1949), s. 8.
20. R. K. Merton, *Science, Technology and Society in Seventeenth-Century England* (New York: Harper & Row, 1970; orig. 1938). Merton, *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations* (Chicago: University of Chicago Press, 1973). J. Ben-David, *The Scientist's Role in Society: A Comparative Study* (Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1971).
21. Citeret i Kragh, *Introduction to the Historiography of Science* (note 1), s. 38.
22. Y. T. Cao, "The Kuhnian revolution and the postmodernist turn in the history of science," *Physis* 30 (1993), 477-504. S. Fuller, "Being there with Thomas Kuhn: A parable for postmodern times," *History and Theory* 31 (1992), 241-275.
23. Om forholdet mellem nyere videnskabshistorie og -filosofi, se H. Kragh, "Den problematiske dialektik mellem videnskabshistorie og -filosofi," 9-28 i Kragh, red., *Bidrag til Videnskabshistoriens Teori* (København: Akademisk Forlag, 1982) og Nickles, "Philosophy of science and history of science" (note 17).
24. T. Söderqvist, ed., *The Historiography of Contemporary Science and Technology* (Amsterdam: Harwood Academic, 1997). A. Thackray, ed., *Science After '40*, særnummer af *Osiris* 7 (1992).
25. J. M. Staudenmeier, *Technology's Storytellers: Reweaving the Human Fabric* (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1985).
26. A. Van Helden og T. L. Hankins, eds., *Instruments*, særnummer af *Osiris* 9 (1994). R. Bud, S. Johnston og D. Warner, eds., *Instruments of Science: A Historical Encyclopedia* (New York: Garland, 1998).
27. S. Shapin, "History of science and its sociological reconstructions," *History of Science* 20 (1982), 157-212 og Shapin, "Discipline and bounding: The history and sociology of science as seen through the externalism-internalism debate," *History of Science* 30 (1992), 333-369. P. Dear, "Cultural history of science: An overview with reflections," *Science, Technology and Human Values* 20 (1995), 150-170.
28. H. Kragh, "Om kontekstuel videnskabshistorie: Et historiografisk essay," *VEST (Tidskrift for Vetenskapsstudier)* 9, nr. 1 (1996), 37-52. J. V. Pickstone, "Ways of knowing: Towards a historical sociology of science, technology and medicine," *British Journal for the History of Science* 26 (1993), 433-458.
29. T. Kuhn, "The trouble with the historical philosophy of science," Robert and Maurine Rotschild Distinguished Lecture. Harvard University.
30. J. Golinski, *Making Natural Knowledge: Constructivism and the History of Science* (Cambridge: Cambridge University Press, 1998), s. 6. Golinskis bog indeholder en omfattende bibliografi over kontekstualistiske og konstruktivistiske arbejder i videnskabshistorien.