

Hanne Andersen

Forholdet mellem videnskabshistorie og videnskabsteori

Hvis historien blev betragtet som andet end en ophobning af anekdoter og årstal, kunne den fremkalde en afgørende ændring i vort nuværende billede af videnskaben.

Med denne sætning indledes Thomas S. Kuhns klassiker *Videnskabens Revolutioner* fra 1962, der mere end noget andet værk er kommet til at stå som indledningen til en historisk orienteret videnskabsteori. Kuhn gjorde sig her til talsmand for, at historiske undersøgelser kunne have betydning for videnskabsteorien – men vel at mærke historiske undersøgelser, der tilbød mere end blot at opremse kronologi og anekdoter.

Kuhns hensigt var altså dobbelt: videnskabshistorien skulle bruges til at tegne et andet billede af videnskaben, end hvad den hidtidige videnskabsteori havde budt på, men for at opnå dette måtte en bestemt historiografi samtidig følges. Men hvad var det for en videnskabsteori og videnskabshistorie, som Kuhn ønskede at bryde med (afsnit 1)? Hvori bestod bruddet (afsnit 2)? Hvilke nye retninger gav bruddet anledning til (afsnit 3-4)? Hvilke problemer har det at trække videnskabshistorien ind i videnskabsteorien givet anledning til – og hvordan kan de løses (afsnit 5)? Og skal videnskabsteorien omvendt også trækkes ind i videnskabshistorien (afsnit 6)?

1. Den logiske positivisme og logiske empirisme

I årene fra 1920erne til 1950erne udvikledes den logiske positivisme og logiske empirisme,¹ der udgik fra medlemmerne af den såkaldte Wienerkreds² samt kredsens åndsfæller fra bl.a. 'Selskabet for videnskabelig filosofi' i Berlin.³ Som filosofisk retning var den karakteriseret ved en afvisning af enhver form for metafysik. Videnskabsteoriens formål var derfor ikke at begrunde videnskaben ud fra metafysiske principper, men at give en rationel rekonstruktion. Dette projekt var ikke ulig Kants, men fysikkens og matematikkens udvikling omkring århundredeskiftet havde vist, at Kants analyse af videnskaben ikke holdt. Kant

havde nemlig antaget, at bl.a Newtons mekanik frembød en sikker erkendelse af virkeligheden, og at denne var mulig på grund af en syntetisk a priori viden om bl.a rum, tid og kausalitet, som var begrundet i det menneskelige erkendeparat. Fremkomsten af relativitetsteorien viste imidlertid, at denne analyse måtte være forkert, og de logiske positivister mente, at man derfor måtte afvise Kants syntetiske a priori.

Dermed blev det nødvendigt at skelne strengt mellem empiriske og logiske undersøgelser, det vil sige i undersøgelser af videnskaben måtte der skelnes strengt mellem den rent logisk undersøgelse af, hvordan videnskabelige begreber, teorier og metoder kunne retfærdiggøres logisk, og empiriske undersøgelser af, hvordan begreber eller teorier rent faktisk var opstået. Ifølge dette synspunkt var videnskabsteorien, som beskæftigede sig med *retfærdiggørelsen* af videnskabelige resultater, således klart adskilt fra videnskabshistorien, -sociologien og -psykologien, der beskæftigede sig med *opdagelsen* af videnskabelige resultater.⁴

Videnskabsteorien var altså en rent filosofisk disciplin, der beskæftigede sig med videnskabens logiske struktur, uafhængigt af dens faktiske indhold. Strukturen af videnskabelige forklaringer blev analyseret af Hempel, der mente at alle empiriske videnskaber har samme grundlag, og derfor alle forklarer fænomener på samme måde – nemlig ved hjælp af deduktiv-nomologiske forklaringer, som består i, at det fænomen, som skal forklares, er en konsekvens af en almen lov og en række initialbetingelser.⁵ Tilsvarende forklares love ved, at de kan deduceres logisk fra mere omfattende love. Dette blev fulgt op af Ernst Nagel, der opstillede en teori for reduktion, ifølge hvilken lovene i en reduceret teori var logiske følger af lovene i en mere grundlæggende teori.⁶ For videnskabens historiske udvikling betyder det, stadig ifølge Nagel, at videnskaben vokser ved at inkorporere enkeltstående teorier i mere omfattende teorier, det vil sige at de enkeltstående teorier efterhånden vil blive reduceret til specialtilfælde i mere omfattende teorier. Nagel brugte som eksempler, at Galileis faldlov var blevet inkorporeret i Newtons mekanik, og at termodynamikken kunne reduceres til den statistiske fysik.

2. Oprørerne

Den videnskabshistoriske disciplin, der havde udviklet og professionaliseret sig i løbet af første halvdel af det 20. århundrede var i høj grad – i det mindste i den

angelsaksiske tradition – en historie om videnskabens kumulative fremskridt som følge af den videnskabelige rationalitet.⁷

Den hidtidige videnskabsteori havde således set videnskaben som en helt igennem logisk, rationel aktivitet, der skred kumulativt fremad, og videnskabshistorien havde tilsvarende søgt at afdække, hvordan videnskaben havde udviklet sig frem til dens samtidige stadium, det vil sige en udvikling frem mod et bestemt punkt, hvor det interessante var alle de kumulative bidrag, der tilsammen ledte frem til dette bestemte punkt.

I stedet mente Kuhn – inspireret af arbejder af bl.a. Alexandre Koyré og Émile Meyerson – at videnskabshistorien skulle undersøge den historiske integritet af en videnskab i dens samtid, det vil sige i stedet for at se videnskabshistorien som en udvikling frem *mod* et veldefineret endepunkt, skulle man se den som en udvikling *ud fra* et veldefineret punkt.

Betragtede man historien sådan, mente Kuhn, så man ikke længere én lang, kumulativ udvikling af videnskaben, men derimod vekslende perioder af traditionsbunden normalvidenskab og traditionsomstyrtende revolutioner; et billede der samtidig rokkede ved de hidtidige opfattelser af sådanne spørgsmål som videnskabelige teories sandhed, teories sammenlignelighed, teorivalgets rationalitet og videnskabelige begrebers mening.⁸

Kuhn var imidlertid ikke ene i dette oprør, omend der – med hans egne ord – “ikke var fyldt til trængsel” blandt oprørerne.⁹ Paul K. Feyerabend, Norwood Russell Hanson, Michael Polanyi og Stephen Toulmin er andre navne, der bør nævnes i forbindelse med den bevægelse i 1950'erne og -60'erne, der brød med forestillingen om den kumulativt fremadskridende videnskab og søgte at inddrage videnskabshistorien eller andre videnskaber i de videnskabsteoretiske analyser.¹⁰

3. Fortid eller samtid?

Accepterer man synspunktet, at videnskabsteorien nødvendigvis må bygge på studier af videnskaben, som denne rent faktisk bedrives, melder spørgsmålet sig imidlertid, hvorfor det netop er videnskabshistorien, der skal ligge til grund. Det kunne vel for så vidt lige så godt være studier af samtidig videnskab. Bortset fra nogle meget simple argumenter – som f.eks. at mekanikken fra det 18. århundrede er lettere at gå til end dette århundredes generelle relativitetsteori, eller at den historiske distance gør det lettere at identificere, hvad der har

influeret på et givent stykke videnskabeligt arbejde¹¹ – er denne diskussion naturligvis afhængig af, hvilke aspekter af videnskaben, man vil studere – f.eks den videnskabelige udviklings dynamik, retfærdiggørelse af videnskabelige udsagn, videnskaben 'in action', med videre.

Hvis man vil beskæftige sig med den videnskabelige udviklings dynamik, er det – ikke overraskende – nødvendigt at studere en længere tidslig periode og ikke blot et givent moment.¹² Et mere nuanceret argument er, at hvis man antager, at videnskabens mål og metoder ændrer sig med tiden – en antagelse der er udbredt blandt de historisk orienterede videnskabsteoretikere – bliver det et urimeligt ambitiøst projekt at udvikle en samlet teori for den videnskabelige udvikling, der ikke blot tager hensyn til ændringer i videnskabens indhold, men også til ændringer i mål og metoder. Faren for at ende med en teori, der ikke siger særligt meget, er overhængende. I stedet må man nøjes med at opstille teorier for afgrænsede tidsrum og derpå knytte dem sammen i en kæde af teorier, hvis tidlige gyldighed overlapper med hinanden.¹³

Videnskabshistoriens nødvendighed er således uomtvistelig, hvis man ønsker at beskæftige sig med den videnskabelige udviklings dynamik. Er man derimod interesseret i at opstille udsagn om retfærdiggørelse af videnskabelige udsagn for den nutidige videnskab, stiller sagen sig anderledes. Hvis man antager, at videnskabens metoder ændrer sig historisk, og hvis man alene er interesseret i en model for den nutidige videnskab, da er kun den nyere videnskabshistorie af relevans.¹⁴

4. Historie, psykologi og kognitive processer

I bestræbelserne på at udvikle en videnskabsteori, hvor videnskaben studeres empirisk – hvad enten det studerede objekt er den historiske eller den nutidige videnskab – er også flere af videnskaberne selv blevet forsøgt inddraget i selve undersøgelsesmetoden. Modsat den logiske positivisme og logiske empirismes strenge skelnen mellem begrundelseskonteksten som et rent logisk anliggende og opdagelseskonteksten som et psykologisk og sociologisk anliggende argumenterede f.eks Kuhn for, at teorivalget ikke består i algoritmisk at følge en række regler, men derimod blot er ledet af en række kollektive værdier, hvis fortolkning kan variere for de enkelte videnskabsfolk. Dermed blev psykologiske og sociologiske faktorer draget ind i begrundelseskonteksten. Tilsvarende argumenterede bl.a Hanson og Toulmin (og Kuhn) under inddragelse af

gestaltpsykologien imod den tidligere antagelse om eksistensen af et teori-neutralt observationssprog. Quine argumenterede ligefrem for en 'naturaliseret epistemologi,' som simpelt hen ville blive en del af psykologien.¹⁵

Inddragelse af psykologien i videnskabsteorien hænger naturligvis ikke nødvendigvis sammen med også at inddrage videnskabshistorien. Men med udviklingen af 'kognitionsvidenskaben' (forstået som et løst defineret felt, der trækker på kognitiv psykologi, kunstig intelligens, neurovidenskab, lingvistik, filosofi og kognitiv antropologi) har der i løbet af 1980'erne dannet sig nogle tæt sammenvævede fraktioner af videnskabshistorien og -teorien, der refererede til sig selv som kognitiv videnskabshistorie eller -teori. Denne retning var – og er – karakteriseret ved at trække på forskellige dele af kognitionsvidenskaben i studiet af såvel ældre som nutidig videnskab for på det grundlag at opstille modeller for den videnskabelige forskningsproces, herunder sådanne aspekter som kreativitet, begrebsændringer, analogislutninger, tankeeksperimenter, eksperimenter med videre.¹⁶ Blandt disse kognitive tilgange kan f.eks. nævnes Lindley Darden, Ronald N. Giere, David Gooding, Nancy J. Nersessian, og Ryan Tweney.¹⁷

Et argument, der ofte er blevet rejst mod den kognitive videnskabsteori, er, at der generelt er tale om en fejlslutning: når videnskabelige metoder bruges til at undersøge videnskabelige metoder, må i det mindste en del af det, der skal undersøges, forudsættes for at undersøgelsen kan finde sted.¹⁸

Den kognitive videnskabsteoris svar på dette argument er, at der er tale om en *refleksiv* proces: i undersøgelsen af videnskaben anvendes videnskabelige teorier og metoder i den udstrækning, de bidrager til fortolkningen af den undersøgte (historiske) case, samtidig med at det overvejes, hvor godt teorierne og metoderne er i overensstemmelse med casen, samt hvor og hvordan de måtte ændres for at opnå en bedre overensstemmelse. Denne overvejelse af overensstemmelsen mellem det historiske materiale og de videnskabelige teorier og metoder virker således tilbage på sidstnævnte og bruges til at udvikle *bedre* teorier og metoder. Disse kan så igen anvendes på yderligere cases og så fremdeles, indtil man når en såkaldt refleksiv ligevægt, hvilket vil sige, at overensstemmelsen er så stor, at yderligere ændringer ikke er nødvendige. Efter denne model er der altså nok tale om en cirkularitet, men en cirkel som er "virtuous rather than vicious", en god vinkel, ikke en ond.¹⁹

5. Beskrivelse, norm og ligevægt

Mod den historisk orienterede videnskabsteori er der ofte blevet rejst et beslægtet argument, nemlig at videnskabshistorien kun kan *beskrive*, hvordan videnskaben rent faktisk har udviklet sig, mens videnskabsteoriens mål er at *foreskrive*, hvordan videnskaben bør være. Dette argument går altså på, at der ikke er nogen måde, hvorpå vi kan slutte fra det deskriptive til det normative.

For en umiddelbar betragtning er der visse ekstreme former af den historiske videnskabsteori, der i deres forsøg på direkte at *teste* videnskabsteoretiske teser ud fra historisk materiale kan give indtryk af at være en rent deskriptiv aktivitet. Et eksempel herpå er det program, der blev søsat af en kreds af folk fra Virginia Polytechnical Institute med artiklen "Scientific Change: Philosophical Models and Historical Research" i tidsskriftet *Synthese* i 1986.²⁰ I artiklen, som var forfattet af Larry Laudan, Arthur Donovan, Rachel Laudan, Peter Barker, Harold Brown, Jarett Leplin, Paul Thagard og Steve Wykstra, forsøgte gruppen at ekstrahere en række historisk testbare teser fra en række af de mest fremstående teorier om videnskabens udvikling (primært teorier fremsat af Kuhn, Feyerabend, Lakatos, samt Laudan selv), og der blev efterspurgt case studier, som skulle sammenligne den faktiske historiske udvikling med en eller flere af de filosofiske teser. Et antal sådanne case studier udført af en række andre folk blev samlet sammen, og man gav en sammenfatning af, hvilke teser der på dette historiske grundlag var blevet bekræftet eller tilbagevist – omend det for mange af tesoerne blev påpeget, at der enten ikke havde vist sig nogen konsensus om deres gyldighed, eller at der havde været for få case studier, til at man kunne give en blot tentativ konklusion.²¹ For andre teser mente man at kunne finde en vis konsensus, og den afsluttende konklusion blev, at "vi er stadig langt fra at have en forståelse af videnskabernes dynamik, som både frembyder et teoretisk hele og er empirisk velfunderet. Men billedet, som tegner sig fra studier af denne slags, repræsenterer nok en dramatisk forbedring i forhold til de karikaturer, som forbindes ikke blot med positivismen, men også med den første generation af post-positivistisk videnskabsteori".²²

Konfronteret med den senere fremsatte kritik, at dette testprogram alene er deskriptivt og at evt. resultater således ikke kan ses som normative udsagn om videnskaben, henviste Laudan til sit tidligere fremsatte argument for, hvordan man i begrundelsen af videnskabelige værdier kan komme ud af paradokset mellem det deskriptive og det normative. Ifølge Laudan er grundlaget, på hvilket det normative kan begrundes, en intuition for, hvilke hændelser i videnskabshistorien, vi vil kalde rationelle. Intuitivt vil vi nemlig umiddelbart være enige

om at kalde en række af hændelser for rationelle, og enhver model for videnskabelig rationalitet må derfor være i overensstemmelse med så mange som muligt af disse hændelser. Hvis en model for rationalitet er i overensstemmelse med vores fælles intuitioner, så støttes modellen; viser den sig derimod at være i uoverensstemmelse med alle de hændelser, vi intuitivt bedømmer som rationelle, er den i fare. Generelt kan man altså sige, at en model for videnskabelig rationalitet er mere adækvat, jo mere den stemmer overens med vores fælles intuition.²³

Men modellen er ikke kun deskriptiv. Den er ganske vist deskriptiv, hvad angår de få hændelser, for hvilke vi har fælles intuitioner om deres rationalitet, men størstedelen af hændelserne i videnskabshistorien kan vi ikke intuitivt blive enige om at kalde rationelle eller ikke-rationelle. For alle disse tilfælde er Laudans model normativ.

Der er imidlertid også blevet rejst kritik mod denne løsning. Specielt er Laudans antagelse af en fælles intuition for rationelle hændelser blevet betvivlet; det vil ifølge disse kritikere ikke være muligt at finde sådanne hændelser, som vi intuitivt er enige om at kalde rationelle.²⁴

Et andet eksempel på en videnskabsteoretisk tilgang, der forsøger at foretage en direkte test af de opstillede teser på historisk materiale, er den såkaldte 'computational philosophy of science'. Denne retning er især blevet fremført af Paul Thagard, der bl.a. har opstillet en teori om teorivalg ud fra eksplanatorisk kohærens og implementeret den i et computerprogram (ECHO), som bruges til at simulere historiske cases.²⁵ Imidlertid ønsker også Thagard, at hans model ikke blot skal være deskriptiv, men også normativ. Han har derfor fremsat en model for, hvorledes man kan slutte fra det deskriptive til det normative, som – i lighed med den kognitive videnskabsteori som beskrevet ovenfor – bygger på reflektiv ligevægt.²⁶ Ifølge denne model udvælges et antal hændelser fra videnskabshistorien, som anses for at have udgjort signifikante bidrag til opnåelsen af videnskabernes mål. De metoder, som ses anvendt i disse hændelser, kan da anses for at være i det mindste approximationer til, hvilke metoder der bør anvendes i videnskaben. Disse 'approximativt gode metoder' bedømmes da i forhold til videre case studier, idet der bestandigt korrigeres for at minimere uoverensstemmelse, indtil der nås en ligevægtstilstand, hvor yderligere korrektioner ikke er nødvendige. Under denne proces inddrages der, hvad Thagard kalder 'vores baggrundsteorier', idet historiske hændelser, der afviger fra den udviklede standard, søges forklaret ved hjælp af baggrundsteoriene (f.eks. psykologi og sociologi).

I lighed med Laudans argument lader Thagards model således også til at bygge på en intuitiv forståelse af, hvad der er god og dårlig videnskab. De to argumenter er dog ikke identiske. Laudans opsplnitning i to komponenter: en deskriptiv for de få hændelser, om hvilke vi har stærke, fælles intuitioner, og en normativ for resten af alle historiens hændelser, deles ikke af Thagard. Ifølge Thagard sker der en stadig justering af modellen, og det kan naturligvis føre til, at historiske hændelser bedømmes anderledes.

Man kan naturligvis indvende, at der ikke umiddelbart er noget, der sikrer, at denne reflektive proces fører til en forbedring af normerne. Hvis man udvælger de 'forkerte' cases, kan man i princippet ende med et sæt normer, der er irrationelle, men tilfældigvis blot har været fulgt af mange igennem historien. Thagards svar er at medgive, at hans model kun kan anvendes, hvis man har en antagelse om, at videnskaben skrider fremad. Det er videnskabens succes, som berettiger os til videre at kunne antage, at hændelserne, der har ført videnskaben videre i den retning, som den har vist sig at udvikle sig (og som altså er en succesfuld retning), også er rationelle.

Et tilsvarende – og mere elaboreret – argument er udviklet af Giere, der diskuterer, hvad videnskabelige normer overhovedet er, når man som den historisk eller kognitivt orienterede videnskabsteori har forladt forestillingen om de logisk udledte, eviggyldige normer, som tjener til at retfærdiggøre teoriens sandhed. En mulighed er i denne situation at anskue normerne som en slags udførelsesprocedurer til at opnå et givent mål.²⁷ I dette tilfælde kan man tale om, at normerne bliver bedre, hvis de som udførelsesprocedurer bliver mere effektive i forhold til at opnå det ønskede mål. Det bliver således det til enhver tid gældende mål for videnskaben, der kan bruges til at evaluere normerne. Men hvad så med målet? Hvordan sikrer man, at der er tale om et fornuftigt mål?²⁸ Her bliver den historisk orienterede videnskabsteoris svar, at – det ikke er et fornuftigt spørgsmål. Man kan vurdere effektiviteten i forfølgelsen af et hvilket som helst mål. Man kan undersøge hvilke mål, videnskaben har og har haft, man kan undersøge videnskabsfolkernes effektivitet i forfølgelsen af disse mål, og man kan sammenligne disse mål med andre mål, hvis forfølgelse videnskaben også ville kunne bidrage effektivt til – men det er også alt, man kan udtale sig om.²⁹

6. Den modsatte relation

Videnskabshistorien er altså blevet inddraget i meget af den moderne videnskabsteori – men hvordan ser det ud med den modsatte relation? Med andre ord: har videnskabshistorien brug for videnskabsteorien?

Berømt er Lakatos' diktum, at 'videnskabsteori uden videnskabshistorie er tom; videnskabshistorie uden videnskabsteori er blind'.³⁰ Lakatos mente altså ikke, at videnskabsteorien kunne udvikle normative metodologier helt uden hensyntagen til, hvordan videnskaben rent faktisk har udviklet sig gennem historien. Tværtimod kunne historien bruges til at evaluere sådanne af videnskabsteorien opstillede konkurrerende metodologier. Men omvendt kunne videnskabshistorien ifølge Lakatos heller ikke skrives helt uden hensyntagen til de i videnskabsteorien vundne indsigter. Tværtimod bestod videnskabshistorien primært af en intern komponent, der var en rationel rekonstruktion af, hvordan historien *burde* være forløbet ifølge den af videnskabsteorien opstillede videnskabelige metodologi, mens en sekundær, ekstern komponent – forvist til fodnoterne – kunne redegøre for, hvor den faktiske historie var forløbet forkert i forhold til den rationelle rekonstruktion, samt give psykologiske eller sociologiske forklaringer på hvorfor.³¹

Denne form for videnskabshistorie er altså stærkt afhængig af videnskabsteorien – men er samtidig blevet kritiseret stærkt. Som f.eks Kuhn udtrykte det: "Hvad Lakatos opfatter som historie er overhovedet ikke historie, men filosofi som opdigter eksempler".³² Den fremførte kritik går således i høj grad på, at denne form for filosofisk historieskrivning ofte forvansker det historiske materiale – i iveren for at presse historien ned i den filosofiske støbeform bliver historiske detaljer overset eller måske ligefrem negligeret, og omvendt bliver antagelser, argumenter eller hændelser opfundet på trods af manglende belæg, hvis de bare på passende vis kan udfylde et hul, der ellers ville stå tomt.³³

Det er i denne kritik væsentligt at skelne mellem to punkter: at den filosofiske historieskrivning er fiktion og ikke 'egentlig' historie, og at den menes at rumme en særlig fare for sjuusk og unøjagtighed. Lakatos vedkender sig for så vidt åbent det første punkt, og det burde jo netop være meningen med fodnoternes eksternhistorie tydeligt at gøre opmærksomt på, hvor fiktionen adskiller sig fra historien. Endskønt metoden utvivlsomt vil være ganske misvisende, hvis den opfattes som egentlig historieskrivning, er det altså ikke iboende i metoden, at den er sjuasket og unøjagtig – omend Lakatos' egen 'historieskrivning' har givet kritikerne gode kort på hånden!³⁴

Hvilken rolle har filosofien da at spille for videnskabshistoriografien? For

eksempel nævner Kragh, at "for overhovedet at identificere sit emne som videnskabeligt, må man have nogle ideer om hvad videnskab er",³⁵ ligesom Kuhn bemærker, at viden om filosofihistorien for den periode, man skriver om, er et nødvendigt værktøj ligesom viden om videnskaben.³⁶

Filosofiens rolle afhænger naturligvis af hvilken type af historie, der skrives. For en ren opremssning af kronologi er filosofiens betydning naturligvis overordentligt begrænset, men for en videnskabshistorie, der tilstræber større forståelse af den historiske udvikling, kan videnskabsteorien komme ind på linie med andre baggrundsteorier til forklaring af det skete, som f.eks. psykologi og sociologi.

Noter

1. Det følgende er en meget kortfattet gennemgang af den logiske positivisme og logiske empirisme, der kan give et noget fortegnat indtryk af forskellen til den senere videnskabsteori. For et mere nuanceret billede, der fremhæver de mange ligheder mellem f.eks. Kuhns filosofi og den logiske positivisme, se f.eks. J. Earman: Carnap, Kuhn, and the Philosophy of Scientific Methodology, i P. Horwich (red.): *World Changes: Thomas Kuhn and the Nature of Science*, Cambridge MA: MIT Press 1993. For en generel introduktion til den logiske positivisme og logiske empirisme, se f.eks. P. Lübke (red.): *Vor Tids Filosofi: Videnskab og Sprog*, København: Politiken 1982.
2. De mest fremtrædende medlemmer af Wienerkredsen var Rudolf Carnap (1891-1970), Herbert Feigl (1902-1988), Otto Neurath (1882-1945) og Moritz Schlick (1882-1936).
3. Blandt de vigtigste medlemmer af selskabet var Hans Reichenbach (1891-1953) og Carl Gustav Hempel (1905-1997).
4. For denne skelnen mellem begrundelses- og opdagelseskonteksten, som fremføres af adskillige filosoffer i forskellige udgaver, se f.eks. P. Hoyningen-Huene: Context of Discovery and Context of Justification, *Studies in the History and Philosophy of Science* 18: 501-518 (1987).
5. C. Hempel: *Aspects of Scientific Explanation*, New York: Free Press 1965. Hempels deduktiv-nomologiske model for forklaringer kaldes også for 'the covering-law model'. For en gennemgang, se f.eks. D. Føllesdal, L. Walløe og J. Elster: *Politikens bog om moderne videnskabsteori*, Kbh.: Politiken 1997, kap. 5.
6. E. Nagel: *The Structure of Science*, New York: Harcourt, Brace, and World 1961.
7. Jeg skal ikke komme nærmere ind på videnskabshistoriens historie her, idet der henvises til Helge Kraghs artikel 'Temaer fra videnskabshistoriens historie' i dette nummer.
8. For en nærmere gennemgang af Kuhns videnskabsteori, se f.eks. S. Andur Pedersens indledning til T.S. Kuhn: *Videnskabens revolutioner*, 2. udg., København: Fremad 1995, eller P. Hoyningen-Huene: *Reconstructing Scientific Revolutions: Thomas S. Kuhn's Philosophy of Science*, Chicago: Chicago University Press 1993.
9. T.S. Kuhn: The Road Since Structure, i Fine, Forbes & Wessels (red.): *PSA 1990. Proceedings of the 1990 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, bd. 2, 1991, s. 3.
10. Således brugte Hanson i sin *Patterns of Discovery* (Cambridge: Cambridge University Press 1958) psykologiens gestalt-switch til at forklare begrebslige ændringer i videnskabshistorien. Toulmin påpegede, at teoriskift ofte implicerede store begrebslige ændringer og opstillede en evolutionær epistemologi beskrevet i termer hentet fra evolutionsbiologien (se f.eks. S. Toulmin: *Foresight and*

- Understanding: An Inquiry into the Aims of Science*, New York: Harper & Row 1961). Polanyi argumenterede for en 'tavs' komponent (tacit knowledge) i den videnskabelige viden, der går ud over, hvad der lader sig formulere, og han beskæftigede sig under inddragelse af såvel gestaltpsykologien som eksempler fra videnskabshistoriens største personligheder med forskningsprocessen (se f.eks M. Polanyi: *Personal Knowledge*, London: Routledge 1958, M. Polanyi: *The Tacit Dimension*, London: Routledge 1967). Feyerabend anbefalede en 'antropologisk' undersøgelse af den fortidige videnskab i den forstand, at man måtte forstå den fortidige videnskab på dens egne præmisser, og argumenterede for, at man gennem sådanne undersøgelser ville se, at der ikke kan opstilles nogle ubrydelige regler for den videnskabelige metode (se f.eks P. K. Feyerabend: *Against Method*, London: New Left Books 1975).
11. F.eks E. McMullin: *The History and Philosophy of Science: A Taxonomy*, i: R. H. Stuewer (ed.): *Historical and Philosophical Perspectives of Science*, Minnesota Studies in the Philosophy of Science Vol. 5, Minneapolis: University of Minnesota Press 1970. Se også H. Kragh: Den problematiske dialektik mellem videnskabshistorie og -filosofi, i H. Kragh: *Bidrag til videnskabshistoriens teori*, Kbh.: Akademisk Forlag 1982, s. 9-28.
 12. Jf. McMullin 1970, *op. cit.* (note 11). Dette er naturligvis kun et argument for at studere den videnskabelige aktivitet over længere tid, men dette kan lige så vel være samtidshistoriske studier som historiske studier af ældre perioder. I begge tilfælde er der dog tale om en historisk tilgang, jf. Kragh 1982, *op. cit.* (note 11).
 13. Jf. R. N. Giere: *Philosophy of Science Naturalized*, i *Philosophy of Science* 52: 331-356 (1985). Giere sammenligner her videnskabsteorien med økonomien, der på grund af tidlige ændringer i de økonomiske mekanismer har tilsvarende svært ved at opstille succesfulde teorier for økonomisk udvikling, men derimod har langt større held med ikke-tidlige ligevægtsmodeller.
 14. Jf. R. N. Giere: *History and Philosophy of Science: Intimate Relationship or Marriage of Convenience?*, i: *British Journal for the Philosophy of Science* 24: 282-297 (1973).
 15. W. V. O. Quine: *Epistemology Naturalized*, i: Quine: *Ontological Relativity and Other Essays*, New York: Columbia University Press 1969. Et overblik over forskellige bidrag til en naturaliseret epistemologi fås f.eks i H. Kornblith (red.): *Naturalizing Epistemology*, Cambridge MA: MIT Press 1985.
 16. For udviklingen af denne retning, se f.eks M. de Mey: *The Cognitive Paradigm*, Dordrecht: Reidel 1982.
 17. Se f.eks L. Darden: *Theory Change in Science: Strategies from Mendelian Genetics*, New York: Oxford University Press 1991, R. N. Giere: *Explaining Science: A Cognitive Approach*, Chicago: University of Chicago Press 1988, D. Gooding: *Experiment and the Making of Meaning: Human Agency in Scientific Observation and Experiment*, Dordrecht: Kluwer 1990, N. Nersessian: *Faraday to Einstein: Constructing Meaning in Scientific Theories*, Dordrecht: Martinus Nijhoff 1984, N. Nersessian: *Opening the Black Box: Cognitive Science and History of Science*, i A. Thackray: *Critical Problems and Research Frontiers in History of Science*, Osiris 10: 194-211, R. D. Tweney: *Doing Science: Cognitive Principles for an Understanding of Science, with Special Reference to the Life and Works of Michael Faraday*
 18. Se f.eks H. Siegel: *Philosophy of Science Naturalized? Some Problems with Giere's Naturalism*, i *Studies in the History and Philosophy of Science* 20: 365-375 (1989).
 19. Nersessian 1994, *op. cit.* (note 19), s. 196.
 20. L. Laudan *et al.*: *Scientific Change: Philosophical Models and Historical Research*, i *Synthese* 69: 141-223 (1986).
 21. A. Donovan, L. Laudan & R. Laudan: *Scrutinizing Science: Empirical Studies of Scientific Change*, Baltimore: Johns Hopkins University Press 1988. Case studierne stammer fra en konference, der blev afholdt i 1986 som opfølgning på *Synthese*-artiklen.
 22. Donovan, Laudan & Laudan 1988, *op. cit.* (note 22), s. 40, min oversættelse.
 23. L. Laudan: *Progress and Its Problems: Towards a Theory of Scientific Growth*, Berkeley: University of California Press 1977.

24. Se f.eks Kragh 1982 *op. cit.* (note 11).
25. P. Thagard: *Computational Philosophy of Science*, Cambridge MA: MIT Press 1988, P. Thagard: *Conceptual Revolutions*, Princeton: Princeton University Press 1992. ECHO har fået en relativt stor udbredelse, og er blevet brugt til at simulere ikke blot historiske cases hentet fra videnskaben, men også retssager, læring, social interaktion mv.
26. Overvejelserne om at slutte fra det deskriptive til det normative ved hjælp af reflektiv ligevægt har sin oprindelse inden for etikken, hvilket det dog ligger uden for rammerne af nærværende artikel at komme ind på.
27. Giere 1988, *op. cit.* (note 17). For et tilsvarende synspunkt, se også P. Hoyningen-Huene: The Interrelation between the Philosophy, History and Sociology of Science in Thomas Kuhn's Theory of Scientific Development, i: *British Journal for the Philosophy of Science* 43: 487-501 (1992).
28. Jf. H. Siegel: What is the question concerning the rationality of science, i: *Philosophy of Science* 52: 517-537 (1985).
29. Jf. Giere 1988, *op.cit.* (note 17), s.8ff.
30. I. Lakatos: History of Science and its Rational Reconstructions, i: Buck & Cohen (red.): *PSA 1970. Boston Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 8, Dordrecht: Reidel, s. 91-108. Citatet er en omskrivning fra Kants *Kritik der reinen Vernunft* (A51/B75): "Gedanken ohne Inhalt sind leer, Anschauungen ohne Begriffe sind blind".
31. Denne asymmetri i forklaringsmodellen – hos Lakatos såvel som hos andre – er senere blevet angrebet af videnskabssociologernes såkaldte 'strong programme'. Se D. Bloor: *Knowledge and Social Imagery*, Chicago: University of Chicago Press 1976, kap. 1.
32. T.S. Kuhn: The Halt and the Blind: Philosophy and History of Science, i: *British Journal for the Philosophy of Science* 31: 181-192 (1980), s. 181.
33. Denne kritik fremføres ikke blot mod Lakatos. Kuhn fremfører f.eks. et lignende mønster i sin beskrivelse af hhv. historie- og filosofistuderendes præstationer på hans egne videnskabshistoriske kurser (Kuhn: *The Relations between the History and the Philosophy of Science*, i *The Essential Tension*, Chicago: University of Chicago Press 1977).
34. Se f.eks. Kragh 1982, *op.cit.* (note 11), hvori bl.a. Lakatos' behandling af Bohrs atomteori giver anledning til at bemærke, at "skal man dømme efter Lakatos' egne case-studies, står den rationelle rekonstruktion ikke i noget nært afhængighedsforhold til den virkelige videnskabshistorie". (s. 16f). Tilsvarende fik problemer med den historiske nøjagtighed i Agassis filosofisk prægede bog om Faraday videnskabshistorikeren Pearce William til at stille spørgsmålet, om filosoffer overhovedet skulle have lov til at skrive historie (L. Pearce Williams: *Should Philosophers be Allowed to Write History?*, i: *British Journal for the Philosophy of Science* 26: 241-253 (1975).
35. Kragh 1982, *op.cit.* (note 9), s. 23.
36. Kuhn 1976, *op.cit.* (note 35), s. 10.