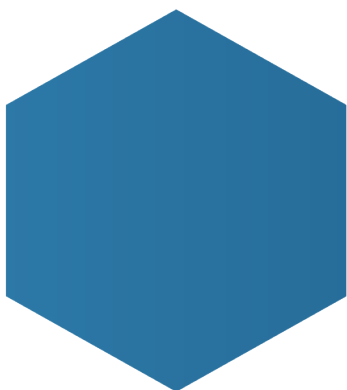


Magnar Dale

Thomas Kuhn: “But I didn't say that!”

Reports from the University of Stavanger No. 49



# **Thomas Kuhn: “But I didn't say that!”**

**Magnar Dale**

Mathematics and Natural Sciences

University of Stavanger

Report

2015

University of Stavanger  
N-4036 Stavanger  
Norge  
[www.uis.no](http://www.uis.no)

ISSN 0806-7031

ISBN 978-82-7644-602-9

Report nr. 49

University of Stavanger

# Thomas Kuhn: “But I didn’t say that!”

M. Dale, Institutt for Matematikk og Naturvitenskap, UiS

Januar 2015

## Abstrakt

Artikkelen kritiserer framstillingen av T. Kuhns vitenskapsfilosofi i boka *Annerledestenkerne* (Universitetsforlaget 2009) av Per Arne Bjørkum. Jeg viser også at de vitenskapshistoriske og biografiske opplysningene oftest er mytiske eller feilaktige, og ikke bygger på de mange studier av paradigmeskifter som er publisert etter Kuhns “historiske vending.” Dermed gir boka heller ikke historisk grunnlag for sin påstand om at forskere som kommer med noe genuint nytt, som regel utsettes for sterkt sosialt press og utstøtelse.

## Innledning

Thomas Kuhn (1922-1996) var overbevist om at hans hovedverk *The structure of scientific revolutions* (heretter kalt SSR, [68]) helt siden utgivelsen i 1962 hadde blitt feiltolket og misforstått. Kuhn reagerte spesielt sterkt på påstandene om at boka framstilte naturvitenskapen som irrasjonell og relativistisk. Men han innrømte også at han selv hadde skapt unødvendige problemer for sine lesere ved sitt upresise og metaforrike språk. I *The road since structure* forteller Kuhn hvordan amerikanske studenter på 1960-tallet takket ham for at han hadde “fortalt dem om paradigmer” og hadde oppfordret dem til å kvitte seg med slike tvangstrøyer. Men selv gjentok han stadig “But I didn’t say that! But I didn’t say that! ... I was trying to explain how it could be that the most rigid of all disciplines, and in certain circumstances the most authoritarian, could also be the most creative of novelty” ([77], s. 308).

SSR ble oversatt til norsk i 1996 ([76]). I kommentarer til utgivelsen hevdes det at “Kuhns perspektiv er at vitenskapen i sterk grad er påvirket

av samfunnsmessige .... faktorer” ([89]) og at vitenskapens utvikling “i følge Kuhn, må forstås i tett forbindelse med samfunnets generelle utvikling” ([12]). Tidligere ble det samme hevdet i *Vestens tenkere* ([16], s. 288): “Nøkkelen til å forstå utviklingen i vitenskapene var [for Kuhn] eksterne, samfunnsmessige faktorer.” Men igjen, dette har Kuhn sagt svært lite om: Han tematiserer aldri påvirkningen på moden vitenskap fra samfunnet utenfor forskersamfunnet, hans perspektiv er internalistisk: “De sosiologiske perspektivene til Kuhn omfattet kun det vitenskapelige fellesskap og lite eller ingenting av samfunnet ellers” ([41], s. 230; SSR, s. x; [73], s. 118-120).

Likedan hevdes i kommentarene at Kuhn i stor grad ser vitenskapens utvikling som en irrasjonell prosess, der “Striden mellom et gammelt og et nytt paradigme ikke kan avgjøres ut fra rasjonelle kriterier” og der “Kuhns perspektiv er at vitenskapen i sterk grad er påvirket av ... ikke-rasjonelle faktorer” ([89]). En ting er at Kuhn jo er blitt *tolket* og kritisert (men også rost!) slik kommentarene her antyder, men han avviste sterkt slike tolkninger av SSR som misforståelser og omtalte dem som “damaging misinterpretations” ([69], s. 260). Kuhn sier i [72]: “I do not for a moment believe that science is an intrinsically irrational enterprise. Scientific behaviour, taken as a whole, is the best example we have of rationality.” Tilsvarende i ([70], s. 20): “.. science - our surest example of sound knowledge ..” Fysikeren Alex Levine sier:

... it is worth emphasizing the vehemence with which Kuhn rejected the charge that his reading of the history of science made science an essentially irrational process. The claim that science is irrational is, for him, not only objectionable, it is downright incoherent ([81]).

I boka *Annerledestenkerne* (heretter kalt AT) ([18], Universitetsforlaget 2009, 420 sider) av Per Arne Bjørkum gis en imponerende framstilling av vitenskapens historie og filosofi, vitenskapelige teorier og metodespørsmål, vitenskapelig kreativitet og anekdoter fra forskerbiografiene. Boka har fått god omtale, men jeg vil her drøfte tre problematiske sider ved boka som ikke er tatt opp i tidligere anmeldelser: Bokas misvisende framstilling av Kuhns vitenskapsteori, bokas oftest mytiske og feilaktige framstilling av forskerbiografiene, og de mange faktafeil i boka.

Et av ATs hovedprosjekter er å belyse “hovedpoengene i Kuhns SSR ... med eksempler fra vitenskapens historie” (AT, s. 419). Dessuten er “beskrivelsene av de mekanismer som opptrer blant forskere og fagfolk når nye teorier blir lansert, i stor grad hentet fra Thomas Kuhns arbeider, først og fremst SSR” (AT, s. 12). Framstillingen i AT er da også presentert rundt Kuhns begreper *paradigme*, *normalforskning*, *krise*, *revolusjon* og *teorivalg*. Men ofte gis et ganske feilaktig bilde av Kuhns vitenskapsteori. Kuhns syn er *ikke*, slik

AT framstiller det, at paradigmen hemmer forskningen og den vitenskapelige kreativiteten, at normalforskning bare produserer mer kunnskap om det vi allerede vet mye om, at teorivalget er irrasjonelt og i stor grad bestemt av den enkelte forskers subjektive egenskaper og følelser, og at vitenskapelige revolusjoner og paradigmeskifter skyldes enkeltforskere (“geniene”) som “tester paradigmet”. AT overser helt et av Kuhns hovedpoeng, at det nettopp er forskernes arbeidsmåte i normalforskningen som skaper betingelsene for fundamentale vitenskapelige framskritt. Kuhn sier: “...science is intrinsically a community activity. .. the traditional view of science as, at least in principle, a one-person game, will prove, I am quite sure, to have been an especially harmful mistake” ([77], s. 243).

For Kuhn er vitenskapelig kunnskap altså forankret i den dagligdagse virksomheten til de *forskergruppene* som skaper og bruker slik kunnskap. Dermed blir *vitenskapshistorien* grunnleggende for Kuhns vitenskapsfilosofi. Dette har ført til en lang rekke historiske studier som har gitt ny innsikt i forskergruppenes vitenskapelig praksis, spesielt resepsjonsstudier og studier av vitenskapelige kontroverser ved paradigmeskifter. AT er svært opptatt av de *personlige* motsetningene som angivelig alltid oppstår mellom “revolusjonære” og “etablerte” forskere når radikalt nye ideer og teorier diskuteres i forskersamfunnet. Ifølge AT blir de etablerte “sjokkert”, føler seg “truet” og “bruker ofte sin makt mot dem som kommer med det nye.” De radikale forskerne på sin side må bruke mye krefter på å “kjempe mot den etablerte kunnskapen i sin samtid.” ATs hovedtese er at det skjer en psykologisk *mobbing* av nyskapende forskere: “.. de som tenker originalt og radikalt blir meget sjelden heder og ære til del i sin samtid, men utsettes ofte for sterkt sosialt press og utstøtelse. Dette er heller regelen enn unntaket hos de som kommer med noe genuint nytt i vitenskapens historie” (Wikipedia: P. A. Bjørkum). Hvis denne tesen er riktig, betyr det at ikke-epistemiske, eksterne forhold regelmessig er til alvorlig hinder for vitenskapelig framskritt. Men moderne resepsjonshistorie viser at en lang rekke av de historiske og biografiske fakta AT gir for å underbygge tesen, for eksempel om Darwin, Einstein, Planck, Harvey, Lavoisier, Ohm, Fraunhofer, Mendel, Semmelweis, er gale, misvisende eller tendensiøse. AT gir ingen spesifikke kildehenvisninger for sin framstilling. Som *generelle* biografiske kilder for matematikk og naturvitenskap oppgis bare *Asimov's Biographical Encyclopedia* (1964), J. E. Greens *100 Great Scientists* (1964) og E. T. Bells *Men of Mathematics* (1937). Den moderne, autoritative *Dictionary of scientific biography* (1970 - 1990) nevnes ikke.

I det følgende sammenligner jeg først framstillingen av Kuhns sentrale begreper i SSR og AT, og viser at på en lang rekke punkter gir AT en misvi-

sende eller gal framstilling av Kuhn: Del **1.** om paradigmebegrepet, del **2.** - **4.** om normalforskning, krise og revolusjon, del **5.** om irrasjonalitet og del **6.** om paradigmeskifter. I del **7.** gir jeg eksempler på mytisk vitenskapshistorie i AT, og i siste del en rekke eksempler på mer isolerte historiske-, filosofiske- og faktafeil.

## Takk

Jeg vil takke professor Per Amundsen for mange gode samtaler om vitenskapshistorie, og professor Paul Papatzacos og førsteamanuensis Rune Nydal for nyttige kommentarer til artikkelen.

## 1. Paradigme

Paradigmebegrepet er et av de mest sentrale i Kuhns SSR, og et av de mest omtalte i AT: Fem av de åtte kapitlene i Del I omhandler paradigmer. Likevel vil ikke AT “bruke mye tid på å forklare hva begrepet paradigme står for,” og de tre egenskapene AT lister opp, kan virke mer mystifiserende enn klargjørende (AT, s. 21):

- i) “. et paradigme er ikke det samme som en vitenskapelig teori. Et paradigme er mindre spesifikt enn en teori, og gir rom for mange *ulike* teorier om det samme.”
- ii) “Et paradigme er heller ikke summen av teorier innenfor paradigmet. En ny teori kan imidlertid føre til fremveksten av et nytt paradigme.”
- iii) “I mange sammenhenger kan begrepet ‘paradigme’ erstattes med formuleringen ‘vitenskapelig meningsklima’.”

Men et paradigme gir normalt ikke rom for ulike, konkurrerende teorier om det samme, som i) hevder. Og paradigmebegrepet mister alt spesifikt innhold hvis det erstattes med det generelle ordet ‘meningsklima’, som iii) hevder. AT erstatter også ‘paradigme’ med ordet ‘skole’: “Når to eller flere paradigmer eller det man til vanlig kaller ‘ulike skoler’, konkurrerer ...” (AT, s. 206). Men i SSR brukes ordet ‘konkurrerende skoler’ tvert imot for å beskrive tilstanden i et vitenskapelig fagområde *før* det oppnås enighet om ett felles paradigme for forskningen innen området (AT, s. 12-13).

I Kuhns vitenskapssyn er et *paradigme for en forskergruppe* gruppens *felles aksepterte forståelse* av grunnlaget for teoretisk og eksperimentell forskning innen gruppens fagområde. Paradigmet fungerer som en “verktøykasse” som hjelper forskerne med å formulere de problemer som skal løses, gir dem midler til å løse dem, og gir kriterier for å bedømme om løsningene er akseptable. Mer presist karakteriserer Kuhn et paradigme som

1. a *fundamental* scientific achievement and one which includes both a *theory* and some exemplary applications [*exemplars*] to the results of experiments and observations;

2. an *open-ended* achievement, one which leaves all sorts of research to be done;
3. an *accepted* achievement in the sense that it is received by a group whose members no longer try to rival it or to create alternatives for it;

(SSR, s. 10; [66], s. 358). Etterhvert inkluderer Kuhn også forskergruppens “*metafysiske* prinsipper” og “vitenskapelige *verdier*” som komponenter i gruppens paradigme ([73], s. xix). Paradigmet er altså uttrykk for en *konsensus* i forskergruppen om hva som er gjeldende teori, praksis og filosofi for gruppens forskning.

Forskerne prøver normalt ikke å skape alternative paradigmer (alternative teorier for eksempel) som rivaler til det eksisterende. “The reason is clear” ifølge Kuhn: “So long as the tools a paradigm supplies continue to prove capable of solving the problems it defines, science moves fastest and penetrates most deeply through confident employment of those tools... retooling is an extravagance to be reserved for the occasion that demands it [i.e. crisis]” (SSR, s. 76). Det er derfor ikke riktig at et paradigme “gir rom for mange ulike teorier om det samme”, som AT antyder i i) ovenfor.

Selv om konsensus om et paradigme innebærer visse restriksjoner på forskingen, er konsensus aldri *total*: “... normal science possesses a built-in mechanism that ensures the relaxation of the restrictions that bound research whenever the paradigm from which they derive ceases to function effectively” ((SSR, s. 24; [52], s. 235).

Det er *eksemplarene* i et paradigme som gir teoriene empirisk innhold (SSR, s. 188). Eksemplarene er “the concrete problem-solutions that students encounter from the start of their scientific education,” i laboratoriet, i lærebøker, på eksamener, i tidsskrifter. Alle fysikere starter sin utdanning med å studere de samme eksemplarene, som f.eks. skråplanet, pendelen, planetbanene, kalorimeteret osv. Eksemplarene anvendes som modeller, som en basis og guide for videre vitenskapelig arbeid. Opprinnelig brukte Kuhn begrepet “paradigme” kun om forskergruppens eksemplarer, men jeg bruker det her i den globale betydningen gitt ovenfor.

Et konkret eksempel på “paradigme” gis i AT s. 37: “I dag ser petroleumforskningen på *temperaturen* som den parameteren som styrer dannelse av olje fra organisk materiale. Hvis noen skulle komme på å foreslå en helt ny mekanisme for dannelsen av olje, som innebærer at det ikke er temperaturen, men trykket som er viktigst, ville det vært et nytt paradigme.” Nei, ikke et nytt paradigme, kun en *alternativ teori* til den aksepterte teorien. Ifølge Kuhn skal det mye til for at en alternativ teori skal få status som nytt paradigme, dvs. at en ny teori *på papiret* skal føre til en revolusjon i forskersamfunnet (jmf. [29], s. 31). For eksempel må gjeldende paradigme

ha kommet opp i alvorlige problemer som fører til en utbredt misnøye blant forskerne ([21], s. 26), og den nye teorien må løse disse problemene ‘bedre’ enn andre alternative teorier. Det må (gradvis) oppnås konsensus blant oljeforskerne om å velge den nye teorien og dens standardanvendelser som den mest grunnleggende guide for videre forskning. Den nye teorien har da oppnådd paradigmatisk status, mens den gamle teorien gradvis dør ut eller får avgrenset sitt gyldighetsområde.

Ifølge Kuhn er det misforståelser av paradigmebegrepet som er hovedgrunnen til at han er blitt beskyldt for å beskrive vitenskapen som subjektiv og irrasjonell (SSR, s. 175). For eksempel påstår AT s. 19, før paradigmebegrepet er kommentert: “Nå viser det seg i praksis at det ikke er slik at man forlater en teori selv om man gjør observasjoner som strider mot teorien... Selv om det er observasjoner som ikke stemmer med en teori, så vil man ikke kunne forlate denne før det foreligger en alternativ teori.” Dette vil mange synes er en underlig påstand: Hvis vi gjør observasjoner som strider mot en teori, er ikke da teorien *falsifisert*, må vi ikke da forandre eller forkaste teorien? Men poenget her, som AT ikke nevner, er at påstanden kun gjelder for de *fundamentale* teoriene, de som har fått økende empirisk og teoretisk støtte over lang tid, og dermed oppnådd *paradigmatisk status* i forskergruppen. Nye teorier og hypoteser som utvikles *ved hjelp av* paradigmet, blir jo stadig forlatt eller forandret dersom man gjør observasjoner som strider mot dem, slik det også beskrives i AT, s. 221 (hypotetisk-deduktiv metode). Men en *paradigmatisk* teori blir altså ikke forkastet og oppfattet som falsifisert av en observasjon som strider mot teorien. Slike observasjoner oppfattes heller som *anomalier* (se avsnitt 2. nedenfor), og forskerne har sterk tro på at de vil kunne oppklares innenfor paradigmet, noe de som regel også kan. Derfor er det ikke riktig at et paradigmeskifte typisk skjer gjennom en *falsifisering* av det gamle paradigmet, slik AT hevder s. 397. Kuhn sier (SSR, s. 77):

No process yet disclosed by the historical study of scientific development at all resembles the methodological stereotype of falsification by direct comparison with nature.

Once it has achieved the status of a paradigm, a scientific theory is declared invalid only if an alternate candidate is available to take its place. .. [this] does not mean that scientists do not reject scientific theories, or that experience and experiment are not essential to the process in which they do so.

The decision to reject one paradigm is always the decision to simultaneously accept another, and the judgement leading to that decision involves the comparison of both paradigms with nature *and* with each other.

## 2. Normalforskning; anomali; krise; revolusjon

Begrepet “normalforskning” defineres slik i SSR:

In this essay ‘normal science’ means research firmly based upon one or more past scientific achievements, achievements that some particular scientific community acknowledges for a time as supplying the foundation for its further practice (SSR, s. 5).

*Normalforskning* er altså forskergruppens koordinerte innsats i samsvar med eksemplarer, teorier og lover, mål og metoder som ligger i gruppens paradigme. Paradigmet danner det uproblematiserte felles grunnlag for forskningen. I følge Kuhn er det mangel på et slikt felles paradigmatisk grunnlag innen hvert forskningsfelt som kjennetegner flere av naturvitenskapene inntil 1700-tallet (SSR, Kap. II). Forskningsfeltene var oppdelt i konkurrerende “skoler”. Kuhn kaller slik vitenskap *pre-paradigmatisk*. Når forskerne etterhvert kunne samles om et paradigme som ledet forskningen i hele feltet, kaller Kuhn vitenskapen *moden*.

Et slående trekk ved normalforskningen er i hvor liten grad den bevisst tar sikte på å frembringe *fundamentale* vitenskapelige nyheter, dvs. oppdagelser eller nye teorier som ikke kan forståes innenfor gjeldende paradigme: “.. the work that is done in normal science is creative, productive and innovative, but innovation in the *fundamentals* of the discipline is relatively rare” ([110], s. 41). Likevel oppdager forskningen stadig nye fenomener og radikalt nye teorier, så “research under a paradigm must be a particularly effective way of inducing paradigm change” (SSR, s. 52). Kuhn legger stor vekt på å forklare hvordan dette kan skje,

... why normal science, a pursuit not directed to novelties and tending at first to suppress them, should nevertheless be so effective in causing them to arise (SSR, s. 64).

Nøkkelbegrepet her er *anomali*, som AT ikke benytter: Innenfor normalforskningen vil det stadig oppdages fenomener som er overraskende i forhold til forventningene basert på paradigmet: “.. a recognition that nature has somehow violated the paradigm-induced expectations that govern normal science..” (SSR, s. 52) eller “ .. a phenomenon .. for which his paradigm has not readied the investigator” (SSR, s. 57). Slike fenomener kaller Kuhn *anomalier*:

Anomalies, by definition, exist only with respect to firmly established expectations [based on the paradigm] ([73], s. 221). Anomaly appears only against the background provided by the paradigm. The more precise and far-reaching

the paradigm is, the more sensitive an indicator it provides of anomaly.. (SSR, s. 65).

Anomalier er altså problemer som “bør” være løsbare innenfor paradigmet, men hvis løsning skaper uventede vanskeligheter. Forskersamfunnet oppfatter likevel ikke en anomali som en *falsifisering* av paradigmet : “.. it needs more than a single anomaly to shatter [a paradigm]” ([63], s. 9). De fleste anomalier blir da også oppklart innenfor rammen av gjeldende paradigme, av og til først etter en intens og langvarig forskningsinnsats:

Most anomalies are resolved by normal means (SSR, s. 186).

Experience shows that, in almost all cases, the reiterated efforts, either of the individual, or of the professional group, do at last succeed in producing within the paradigm a solution to even the most stubborn problems ([66], s. 363).

Most judgements that a theory has ceased adequately to support a [paradigm] prove to be wrong. If everyone agreed in such judgement, no one would be left to show how existing theory could account for the apparent anomaly as it usually does ([71], s. 248).

For eksempel, i 1960-årene fant man en betydelig forskjell på teoretiske og eksperimentelle verdier av dissosiasjonsenergien for  $H_2$ -molekylet. Det tok ti års intens forskning før denne anomalien ble oppklart: “Alle” mente (som sant var, viste det seg) at det ikke kunne være noe alvorlig galt med den paradigmatisk molekylære kvanteteorien ([53]).

En anomali kan av og til forbli så gjenstridig at det oppstår en *krise* i forskersamfunnet. Slike anomalier kaller Kuhn *signifikante* anomalier. Krisen innebærer at gjeldende paradigme kommer opp i så store vanskeligheter at normalforskning ikke kan fortsette som vanlig. Flere og flere anomalier forblir uløste, usikkerhet og misnøye brer seg i forskergruppen, der er “widespread disappointment with existing practices” ([21], s. 26). I denne situasjonen kan noen av forskerne prøve å reparere det eksisterende paradigmet, og det kan oppstå flere versjoner av de fundamentale teoriene. Andre kan foreslå helt nye teorier som skal løse problemene. Slike perioder kaller Kuhn *ekstraordinær forskning*. Hvis en av de nye teoriene gradvis overbeviser og aksepteres av “alle” i forskersamfunnet, kan den tjene som grunnlag for et nytt paradigme og ny normalforskning (den nye teorien oppfattes da som “revolusjonær”). Forskersamfunnet har gjennomgått et *paradigmeskifte* eller en *vitenskapelig revolusjon*, “a non-cumulative developmental episode in which an older paradigm is replaced in whole or in part by an incompatible new one” (SSR, s. 92).

Et godt eksempel på en vitenskapelig revolusjon er overgangen fra Bohr-Sommerfelds “gamle” kvanteteori fra 1913 til den nye kvantemekanikken til Heisenberg, Born, Jordan og Dirac i 1925 ([62], Chap. 8). Krisen ble utløst av “accumulated empirical anomalies and a growing dissatisfaction with the conceptual foundation” i Bohr-Sommerfeldteorien. “Quantum mechanics developed rapidly, disseminated very quickly, and met almost no resistance” ([63], s. 169). Andre revolusjoner kan ta lang tid og møte større motstand, for eksempel revolusjonen innen geologi som førte til at platetektonikk ble akseptert i løpet av 1960/70 - tallet.

Et viktig poeng hos Kuhn er at fundamentalt nye teorier generelt blir akseptert av forskersamfunnet bare hvis gjeldende paradigme er kommet opp i en krise:

.. the emergence of new theories is generally preceded by a period of pronounced professional insecurity [crisis]. As one might expect, that insecurity is generated by the persistent failure of the *puzzles* of normal science to come out as they should. Failure of existing rules is the prelude to a search for new ones (SSR, s. 67).

.. the emergence of a new theory .. is likely to occur only when the first tradition is felt to have gone badly astray (SSR, s. 85).

“.. novelty ordinarily emerges only for the man who, knowing with precision what he should expect, is able to recognize that something has gone wrong” (SSR, s. 65).

Probably the most prevalent claim advanced by the proponents of a new paradigm is that they can solve the problems that led the old one into crisis... In the the area for which it is advanced the paradigm is known to be in trouble. That trouble has repeatedly been explored, and attempts to remove it have again and again proved vain (SSR, s. 153).

Kuhn påstår likevel ikke at kravet om krise som forutsetning for paradigmeskifter er *absolutt*: “Nothing important to my argument depends, however, on crises’ being an absolute prerequisite to revolutions; they need only be the usual prelude..” (SSR, s. 181).

Merk også at det er ganske sjelden en ny teori gir opphav til et paradigmeskifte: de fleste forslag til nye teorier forblir teorier “på papiret” eller viser seg å være gale:

Most newly suggested theories do not survive. Usually the difficulties that evoked them are accounted for by more traditional means ([73], s. 332).

.. most proposals for new theories prove to be wrong. If all members of a community responded to each anomaly as a source of crisis or embraced each new theory advanced by a colleague, science would cease. If, on the other hand, no one reacted to anomalies or to brand-new theories in high-risk ways, there would be few or no revolutions ([68], s. 186).

I AT s. 45 viser AT til Karl Poppers artikkel *Back to the presocratics* ([100], s. 183) og hevder at "...den moderne vitenskap springer .. ut av en kultur som Tales .. innførte .. der kritikk var etterspurt og vel mottatt." Tidlige greske filosofer oppmuntret til kritisk diskusjon både innad i og mellom de filosofiske skolene, ifølge Popper. Men for Kuhn peker denne diskusjonskulturen ikke fram mot moderne, moden vitenskap, tvert imot: Moden vitenskap oppstår først når skolene har sluttet å krangle om grunnlagsproblemer og funnet et felles paradigme:

.. what Popper describes does not at all resemble science. Rather, it is the tradition of claims, counterclaims and debates over fundamentals which .... have characterized philosophy and much of social sciences ever since. Already by the Hellenistic period mathematics, astronomy, statics, and the geometric parts of optics had abandoned this mode of discourse in favor of *puzzle-solving*. Other sciences, in increasing numbers, have undergone the same transition since. In a sense, to turn Sir Karl's view on its head, it is precisely the abandonment of critical discourse that marks the transition to a science ([73], s. 273).

**“Krise” og “nytt paradigme” i AT.** Skjematisk inngår altså et paradigmeskifte i en syklisk modell for naturvitenskapens utvikling:

normalforskning -> (signifikant) anomali -> -> krise -> nytt paradigme -> ny normalforskning.

Men i ATs framstilling er det derimot framveksten av *det nye paradigmet* som forårsaker krisen. AT skriver for eksempel at

Når slike radikalt nye måter å beskrive naturen på blir lansert, oppstår det en indre faglig krise i den delen av vitenskapen som rammes, men det er også en psykologisk krise (AT, s. 20).

.. det som skjer når revolusjonerende nyheter blir lansert, setter hele forskersamfunnet på en hard prøve, både intellektuelt og ikke minst følelsesmessig. Revolusjonære nyheter rammer hardt.. (AT, s. 13).

Men det er jo *anomaliene* som skaper “en indre faglig krise”, setter forskersamfunnet “på en hard prøve” og “rammer hardt”. Videre hevdes i AT:

.. møtet med nye paradigmer er en dramatisk opplevelse ..; .. en ny teori eller et nytt paradigme som truer det man tror på (AT, s. 38).

De fleste forskere foretrekker nyheter som bekrefter det de allerede vet,- og ikke nyheter som utfordrer det de har bygd sin karriere på. Hvis man er en aktiv tilhenger av det etablerte paradigmet, .. vil man ha store vanskeligheter med å godta det nye som truer det etablerte (AT, s. 59).

Men det er jo *anomaliene* som “truer det man tror på” og skaper misnøye med det etablerte paradigmet, mens det nye paradigmet tilbyr en *løsning* på krisen anomaliene har skapt. Et svært konkret eksempel: Under krisen i den “gamle” kvanteteorien tidlig på 1920 - tallet skrev fysikeren Wolfgang Pauli han var så “terribly confused” at han skulle ønske han aldri hadde hørt om fysikk (nevnt i AT, s. 24). Og da en venn en dag kommenterte “You look very unhappy” svarte Pauli “fiercely”: “How can one look happy when he is thinking of the anomalous Zeeman effect?” Men da Heisenberg og andre kort tid etter publiserte sine forslag til ny kvanteteori, skrev Pauli det igjen hadde gitt han “hope and joy in life. .. I believe it is again possible to move forward.”

**Normalforskningens ironi.** Så hvordan kan normalforskningen, “the most rigid of all diciplines”, gi opphav til vitenskapelig revolusjon? Kuhns svar er:

**1. Vitenskapelig revolusjon utløses av signifikante anomalier og krise i det gjeldende paradigmet:**

...awareness of profound anomaly is prerequisite to all acceptable changes of theory. On this point historical evidence is, I think, entirely unequivocal (SSR, s. 67).

**2. Signifikante anomalier er et resultat av normalforskning ledet av paradigmet:**

.. the restrictions born from confidence in a paradigm, turn out to be essential to the development of science. By focusing attention upon a small range of relatively esoteric problems, the paradigm forces scientists to investigate some part of nature in a detail and depth that would otherwise be unimaginable (SSR, s. 24).

En rekke filosofer og forskere er opptatt av disse poengene: Filosofen J. Preston sier:

Sticking to one’s paradigm is what makes normal science possible, and normal science is what makes revolutionary science possible ([102], s. 85).

Filosofen og fysikeren R. Nydal:

[Normalforskningen] innebærer en unik enighet i miljøet om hva som er relevante spørsmål og hvilke teorier og metoder som skal brukes, [og det er] nettopp denne normalvitenskaplige aktiviteten som muliggjør at fellesskapet kan samkjøres tilstrekkelig til at presset på paradigmene blir så stort at de til slutt sprekker. ([93], s. 45)

Filosofen P. Hoyningen-Huene:

In the occurrence of significant anomalies lies the dialectic (or the irony!) of normal science. For it's precisely because normal science is conducted with the expectations that its chosen problems admit of solution in accordance with regulations, that, historically, it repeatedly gives rise to significant anomalies...Precisely because training in normal science is narrow and rigid, conducted with confidence in the governing regulations, are those thus trained so extraordinarily suited to diagnosing real failure on the part of these same regulations ([52], s. 227)

Fysikeren S. Weinberg verdsetter spesielt Kuhns oppvurdering av normalvitenskapen:

Kuhn showed that a period of normal science is not a time of stagnation, but an essential phase of scientific progress. ... **It is precisely work during periods of normal science that can lead to the discovery of anomalies that will make it necessary to take the next step beyond our present paradigm** ([115], s. 11, 13).

Filosofen A. F. Chalmers sier:

Normal scientists must be uncritical of the paradigm in which they work. It is only by being so that they are able to concentrate their efforts on the detailed articulation of the paradigm and to perform the esoteric work necessary to probe nature in depth. It is the lack of disagreement over fundamentals that distinguishes mature, normal science from the relatively disorganised activity of immature pre-science ([27], s. 110).

I AT nevnes aldri normalforskningens betydning for vitenskapelige revolusjoner, tvert imot vektlegges at forskeren må tre ut av sin rolle som normalforsker og "teste sitt eget paradigme... for å kunne bidra til å innføre nye paradigmer" (AT, s. 24). Men dette er *Poppers* syn på "testing" i naturvitenskapen. Kuhns motsatte syn er formulert som et "slagord" av biologen M. White:

If you want a paradigm shift, don't go looking for it... The best way to produce a paradigm shift or a scientific revolution, is to do normal science, at full throttle ([121]).

Samme poeng illustreres i Kuhns tre vitenskapshistoriske case-studier, om Copernicus [65], om Max Planck [75] og om Niels Bohr [67] (se også [110], s. 115-116).

### 3. Normalforskning i AT

AT har ikke mye positivt å si om normalforskning. Kuhns hovedpoeng, at det nettopp er arbeidsmåten i normalforskningen som skaper betingelser for fundamentale vitenskapelige framskritt, nevnes ikke. Tvert i mot legger AT vekten på at et paradigme innebærer *restriksjoner* på forskningen, og dermed generelt *hemmer* forskernes kreativitet og vitenskapelige framskritt: forskerne er “styrt” av paradigmet, og de bør arbeide for å komme seg ut av det snarest mulig; paradigmet gjør det vanskelig å se radikale løsninger (AT, s. 123), i det hele bestemmer det hva forskerne “*kan se*” (AT, s. 13). Endatil “logikken er fanget av den kunnskap/teori man har” og “fakta er ikke uforanderlige” (AT, s. 341, 311).

Videre antyder AT at normalforskning kun innebærer “pusleoppgaver”, “man har et sett med brikker og forsøker å få dem til å henge sammen ut fra visse spilleregler”, “man jobber traust og hardt med .. pusleoppgaven” (AT, s. 23), “man er ikke opplært til å teste selve paradigmet”; normalforskning innebærer at “.. de aller fleste forskere bidrar bare til at vi vet mer om det vi allerede visste mye om” (AT, s. 132), dvs produserer bare “kunnskap som kan avledes logisk fra det man vet” (AT, s. 392). Nye oppdagelser blir oversett fordi de ikke passer inn i paradigmet, professoren forteller ikke studentene at de jobber under et paradigme, for han vil ikke “relativisere sin kompetanse.”

“Man kan selvfølgelig oppnå mye” ved å jobbe innenfor paradigmet også (AT, s. 318), men likevel festes det inntrykket at normalforskning må være en ganske traurig aktivitet. Fysikerne Lord Kelvin (“som aldri oppfant en ny teori”) og A. A. Michelson (“som jobbet innenfor det etablerte paradigmet med både hodet og begge beina”) framstilles som “typiske representanter for dem som jobber innenfor et paradigme” (AT, s. 318). Men Lord Kelvin er en av SSRs eksempler på revolusjonære fysikere innen termodynamikk på 1850 - tallet. Videre, ifølge AT var Cavendish og Priestley “ikke den type mennesker som tester paradigmer. Priestly la ikke fram en eneste original tanke knyttet til det han gjorde” (AT, s. 52). Men AT motsier seg selv ved også å hevde at Priestley gjorde “banebrytende oppdagelser og kom med nyttige forklaringer,... [han] oppdaget oksygenet og fant ut av karbonkretsløpet,” og var en av dem som stod bak “de store framskrittene i kjemi” (“Hvem som

kommer med nye paradigmer”, s. 118).

Så ATs framstilling gir leseren et feilaktig bilde av den viktige rollen Kuhn mener normalforskningen har i vitenskapens utvikling. Det er egentlig Poppers *kritikk* av normalforskningen AT framstiller, uten å opplyse om det. Popper sier: “Normal science, in Kuhns sense, exists. It is the activity of the non-revolutionary.. the not-too-critical professional;... a person one ought to be sorry for...who has been taught badly.. who is content to solve puzzles” ([99], s. 51).

Men Kuhn framstiller aldri normalforskningen på denne måten, som et “closed society of closed minds”. W. Sharrock og R. Read sier i [110], s. 112 - 115 :

But the ‘normal scientist’ was never exemplified for Kuhn by scientific inadequates, but by leading figures... The real mistake is to think that engagement in normal science is a manifestation of an individual’s attitude, one of mindless compliance with prescriptions.. But this picture is not anywhere implicit in Kuhn... **The difference between revolutionary and normal science is a difference in the state of the science rather than in the inclinations of the individual.**

Kuhn sammenligner ofte normalforskningen med “puzzle-solving” (SSR, Kap. IV). Men dette betyr ikke at han bedømmer de vitenskapelige problemene innen normalforskning som “pusleoppgaver” for annenrangs forskere, slik AT antyder, eller som “[not] very serious or very deep” som Popper tror ([99], s. 51), tvert imot: “Many of the greatest scientific minds have devoted all of their professional attention to demanding puzzles of this sort” (SSR, s. 38). Analogien mellom normalforskning og løsning av puslespill brukes av Kuhn for å beskrive typiske trekk ved normalforskningen: Der er godtatte spilleregler, spillerne har tillit til at problemet er løsbart med disse reglene, og reglene endres ikke så lenge de fungerer etter hensikten ([52], s. 170).

#### 4. Paradigmeskifter i AT

AT hevder at paradigmeskiftene alltid skapes av ideene og arbeidet til den *geniale enkeltforsker*: “det er *enkeltindivider* som står for slike paradigmeskifter” (AT, s. 24); “.. alle nye ideer oppstår i hodene på enkeltindivider som *tenker annerledes*” (s. 24) (min uthev.); “nye ideer og teorier kommer fra *enkeltindivider*” og “er ikke en kollektiv hendelse”; “Den vitenskapelige metoden .. var et resultat av at noen *enkeltindivider* skapte den gjennom kreative a-logiske tanker..” (AT, s. 350).

Men nye ideer oppstår ikke bare hos “enkeltpersoner som tenker annerledes”. “Science is rooted in *conversations*” skrev fysikeren Werner Heisenberg.

Historikeren Mara Beller viser i boka *Quantum Dialog* ([15]) hvordan “genuin novelty emerges through *dialogical* creativity.” Og generelt, nye ideer kan også oppstå ved *ordinære tankeprosesser* som skaper ekstraordinære resultater, ikke bare ved å *tenke annerledes*, “out-of-the-box” ([120]). Kuhn sier:

I do not doubt that the scientist must be an innovator... [but we must] recognize the extent to which the basic scientist must also be a firm traditionalist ... a convergent thinker ([73], s. 236 - 237).

Biologen K. Kampourakis legger vekt på at vitenskapen ikke drives av enkeltforskere:

[Textbooks] often presents science as a solitary activity and not what it is actually: a social process. Science is not a matter of individual scientists, but an activity performed by scientific communities ([57], s. 295).

For Kuhn vil en ny ide, en oppdagelse eller en ny teori som utvikles til et nytt paradigme, alltid knyttes til en anomali. Noen ganger vil anomalien selv peke ut ideer til det nye paradigmet, andre ganger vil en ide “emerge all at once.. in the mind of a man deeply immersed in crisis” (SRR, s. 89), eller “in the mind of one or a few individuals” (SSR, s. 144). Men både forarbeidet og etterarbeidet for å utvikle teorien er en kompleks prosess som “extends over time and may often involve a number of people” ([73], s. 171). Dette påpeker også AT, s. 14.

AT gir flere eksempler på nye ideer som angivelig skyldes én enkelt forsker: “.. Einstein innførte en ny antagelse som han var *alene* om (han antok at lysets hastighet var konstant i vakuum)” (AT, s.132); “Einstein var også *alene* om å løse problemet med de såkalte brownske bevegelser [i 1905]” (AT, s. 133); “... det var Einsteins teori som omvendte Ostwald til å tro på atomteorien...” (AT, s. 191); “.. det var Planck som *alene* var ansvarlig for [kvanteteorien]” (AT, s. 151); “.. *ingen* som foreslo at [flogiston]-teorien skulle forlates .. før Lavoisier dukket opp ..” (AT, s. 276). Og ifølge AT hadde ingen klart å relatere Appolonius’ parabel til noe i naturen, før Galileo gjorde det, “en av hans store bragder”. (AT, s. 65).

Men mange forskere betraktet lyshastighetens invarians som et eksperimentelt faktum i 1905. Og Einstein teori for brownske bevegelser var ikke unik, også Smoluchowski lagde en slik teori i 1906. Det var Perrins eksperimenter i 1908 som omvendte Ostwald til å tro på eksistensen av atomer: I 1906 slo Ostwald fast at “atomer er bare hypotetiske ting” mens han i 1908 forandret mening: “I have satisfied myself that we arrived a short time ago at the possession of experimental proof for the discrete nature of matter” ([105],

s. 20, 40). Historikeren Helge Kragh avviser at Planck alene var ansvarlig for kvanteteorien:

.. the “discovery” of quantum theory should not be seen as a moment of insight in December 1900, but as an extended process by many physicists. .. To credit Planck alone with the discovery .. is much too simplistic... between 1901 and 1906 he did not publish anything at all on .. quantum theory .. Other physicists, and Einstein in particular, were crucially involved in the creation of quantum theory ([64]).

Og før Galileo ble parabelformen på kanonkulebanen også matematisk utviklet av engelskmannen Thomas Harriot (1560-1621) ([107]). På 1200-tallet ble parabellen brukt av Wifelo til å lage speil ([30], s. 219), og ble brukt til ulike anvendelser allerede av Appolonius selv ([104], s. 201).

AT hevder også at Einstein var *alene* i sin kamp mot det mekanistiske syn hos samtidens fysikere:

Einsteins brudd med Newtons fysikk var fundamental og skjedde paradoksalt nok på et tidspunkt da tiltroen til at den representerte det endelige svaret, var på sitt høyeste. Dette viser for øvrig Einsteins storhet. Han hadde den tilstrekkelige tvilen på en tid da andre var imponert over den newtonske fysikkens fortreffelighet (AT, s. 105).

Helge Kragh avviser en slik framstilling:

It is squarely a myth that physicists stuck obstinately to the mechanical worldview until they were taught a lesson by Einstein in 1905 (or Planck in 1900)... there was a widespread willingness to challenge the mechanical worldview and seek new foundations” ([63], s. 4).

For eksempel var Einsteins spesielle relativitetsteori en blant flere konkurrerende teorier, utviklet av Cohn, Poincare, Abraham, Bucherer, og Lorentz. Ingen av dem var klart tilbakevist, “and they could all be rationally maintained” ([31], s. 391). Fysikeren R. A. Martins sier ([87], s. 21): “In popular accounts of the theory of relativity, Einstein is usually depicted as the only person responsible for that theory. The physicists who had witnessed the rise of the theory knew otherwise, and when one consults early books on relativity ... [one] finds that they acknowledged the central contributions of several other physicists to the theory.”

Det er nettopp en slik ensidig, individualistisk og “heroisk” beskrivelse av vitenskapelig innovasjon og endring Kuhn er ute etter å revidere. Kuhn sier:

.. science is intrinsically a community activity. .. *the traditional view of science as, at least in principle, a one-person game, will prove, I am quite sure, to have been an especially harmful mistake* ([77], s. 243).

AT fremstiller relativitetsteorien nettopp som en slik “one-person game”, helt ute av historisk og vitenskapelig kontekst (se [51]):

Einsteins spesielle relativitetsteori er altså et *resultat* av at en genial (og original) person hadde *mot* til å angripe den eksisterende *fysikken* ved å henvise til at den medførte noen *ubehagelige*, og for ham *utålelige*, asymmetrier som de etablerte lærde ikke hadde reagert på! (AT, s. 323).

Kuhn formulerer sitt syn en rekke steder:

- The extent of the innovation that any individual can produce is necessarily limited, for each individual must employ in his research the tools that he acquires from a traditional education, and he cannot in his own lifetime replace them all ([65], s. 183).
- Men like Galileo and Descartes, who laid the foundation for seventeenth-century mechanics, were raised within the Aristotelian scientific tradition, and it made essential contributions to their achievement ([73], s. xiii).
- .. an intrinsically revolutionary process .. is seldom completed by a single man, and never overnight (SSR, s. 7).
- .. I have tried to insist that, though science is practised by individuals, scientific knowledge is intrinsically a *group* product ([73], s. xx).
- Often, when several individuals are involved [in a scientific novelty], it is even impossible unequivocally to identify any one of them as the discoverer ([73], s. 174).
- In the natural sciences the practice of research does occasionally produce new paradigms ... But the people responsible for those changes were not looking for them. The reinterpretation that resulted from their work was involuntary, often the work of the next generation. The people responsible typically failed to recognize the nature of what they had done ([77], s. 222).

Ifølge Kuhn *kan* arbeidet til en enkelt forsker spille en avgjørende rolle i et paradigmeskifte, men da enten ved at “it *initiates* revolution by a small innovation which presents science with new problems” (for eksempel Kopernicus eller Planck) eller “*terminates* revolution by integrating concepts derived from many sources” (for eksempel Newton) ([65], s. 183).

## 5. Irrasjonalitet; subjektive faktorer i teorivalget

I AT hevder forfatteren at “prosessen som fører til vekst i kunnskap, ikke er så rasjonell som forskerne selv ønsker å gi inntrykk av” (AT, s. 10), og at dette også er Kuhns syn:

Kuhn påpeker hvor irrasjonell forskningen ofte er (som prosess)... .., og Kuhn argumenterer for at store deler av kunnskapsveksten er irrasjonell (AT, s. 12; AT, 2. utgave, s. 19).

Men Kuhn har aldri karakterisert forskningen generelt som *irrasjonell*, hverken normalforskningen eller forskersamfunnets teorivalg ved paradigmeskifter. Tvert imot har han i en rekke artikler sterkt avvist beskyldninger om irrasjonalisme. Kuhn sier for eksempel:

.. to describe [my] argument as a defence of irrationality in science seems to me not only absurd but vaguely obscene ([69], s. 264).

I do not for a moment believe that science is an intrinsically irrational enterprise. Scientific behaviour, taken as a whole, is the best example we have of rationality ([72]).

No process essential to scientific development can be labelled 'irrational' without vast violence to the term ([65], s. 235).

[Kuhn claims he] is not portraying scientific work as irrational but is instead sketching an alternative conception of scientific reasoning ([91], s. 162).

Og filosofen G. Gutting sier : "Philosophers of science need to get beyond their caricatures of Kuhn as a proponent of science's irrationality" ([47], s. 18).

Debatten om irrasjonalitet i forskningen er ofte knyttet til problemet om hva som styrer forskersamfunnets teorivalg ved paradigmeskifter, eller mer generelt, hvordan konsensus oppnås i vitenskapelige kontroverser. AT antyder at teorivalget er irrasjonelt ved å hevde at det er den individuelle forskers *skjønn, intuisjon og følelser* som i stor grad styrer forskergruppens teorivalg, heller enn logikk, argumentasjon, eksperimenter og teoriens empiriske støtte:

De som tar det nye i bruk,... tar det i bruk fordi *deres skjønn, deres intuisjon*, tilsier at dette er det beste....., *ikke* fordi observasjonene entydig viser at dette er det rette (AT, s. 397).

*Intuisjonen eller skjønn*et gjør det mulig å foreta det rette valget [mellom ulike teorier] selv om grunnlaget er utilstrekkelig (AT, s. 57).

Overgangen til et nytt paradigme skjer ikke bare gjennom en rasjonell falsifisering av teorien innenfor det gamle paradigmet .... men er også styrt av *sosiale og psykologiske faktorer* (AT, s. 397).

Det er ikke mulig å argumentere logisk for at ett paradigme [teori] er bedre enn et annet (AT, s. 397).

.. i naturvitenskap finnes det ikke objektive kriterier for overgangen mellom hypotese og teori. ... Det finnes ingen regler for [når en hypotese har oppnådd status som teori].... det blir en *følelssak* (AT, s. 212).

Kuhn hevdet at for å forstå kunnskapsutviklingen er det nødvendig å også ta hensyn til forskernes psykologiske reaksjoner og sosiologiske relasjoner .. (AT, s. 19)

Kuhn sier derimot:

To understand why science develops as it does, one need not unravel the details of biography and personality that lead each individual to a particular choice, though that topic has vast fascination (SSR, s. 200).

It is emphatically not my view that 'adoption of a new scientific theory is a ... matter for psychological description rather than logical or methodological codification.'

Some readers [of SSR] have felt that I was trying to make science rest on unanalyzable individual intuitions rather than on logic and law. But that interpretation goes astray in two essential respect. .. If I am talking at all about intuitions, they are not individual ... and they are not in principle unanalyzable (SSR, s. 191).

.. those suggesting that I make theory choice undiscussable, a matter of taste, have seriously mistaken my position ([73], s. 337).

Kommunikasjonen mellom ulike paradigmer under et paradigmeskifte er ikke uten problemer, og Kuhn beskriver den som *partial*: forskerne er "slightly at cross-purposes", de er "partly to talk through each other", "fail to make complete contact with each other's viewpoints". Men ATs framstilling overdriver disse problemene og gir inntrykk av at det er *totalt sammenbrudd* i kommunikasjonen mellom ulike paradigmer. Teorivalget må derfor skje gjennom intuisjon og følelser hos den enkelte forsker, ifølge AT:

De diskusjonene som oppstår mellom representanter fra ulike paradigmer, er ikke fruktbare. Det er nemlig ikke mulig å oppdage særlige fremskritt i slike diskusjoner. Man diskuterer innenfor hver sin logiske sirkel, og der forblir man (AT, s. 206).

Paradigmene har ulikt utgangspunkt,.. har ofte egne begreper og definisjoner som gjør kommunikasjonen mellom paradigmene lite meningsfull. Forskerne forstår ganske enkelt ikke hverandre, de er ikke opptatt av og søker ikke de

samme typer data, de er ikke opptatt av de samme problemene, de er ikke enige om hva som er tilstrekkelige og lovlige forklaringer (AT, s. 206).

.. De som tar det nye i bruk, behøver ikke, og kan ofte ikke, begrunne denne avgjørelsen. De bare gjør det. Det har med følelser å gjøre, med intuisjon,.. (AT, s. 207).

Men ethvert paradigmeskifte består jo nettopp i at det gradvis oppnås konsensus i forskermiljøet gjennom kommunikasjon og argumentasjon mellom tilhengerne av de to ulike paradigmenes. Og det er alltid en viss kontinuitet mellom gammelt og nytt paradigme:

Since new paradigms are born from old ones, they ordinarily incorporate much of the vocabulary and apparatus, both conceptual and manipulative, that the traditional paradigm had previously employed. But they seldom employ these elements in quite the traditional way (SSR, s. 149).

ATs beskrivelse av kommunikasjonen mellom ulike paradigmer er den samme som Kuhns *kritikere* har gitt, uten at AT nevner det: “.. [Kuhn] believes that the proponents of [different paradigms] cannot communicate with each other at all; as a result, in a debate over theory-choice there can be no recourse to *good* reasons; instead theory must be chosen for reasons that are ultimately personal and subjective...” Kuhn omtaler denne beskrivelsen som en “total misunderstanding” (SSR, s. 199; [73], s. 321).

Generelt hevder Kuhn at en god vitenskapelig teori kjennetegnes av fem *paradigmeuavhengige* verdier, som spiller en avgjørende viktig rolle i forskergruppens teorivalg ([74], s. 321):

- *nøyaktighet* : teoriens anvendelser og prediksjoner er kvalitativt og kvantitativt presise;
- *konsistens* : teorien er uten indre logiske selvmotsigelser og kompatibel med andre aksepterte teorier;
- *bredde* : teorien har bredt anvendelsesområde;
- *enkelhet* : teorien har enklest mulig begrepsmessig og teknisk apparat;
- *fruktbarhet* : teorien har evne til å løse problemer, predikere nye fenomener og utlede nye relasjoner mellom kjente fenomener.

Kuhn hevder videre at dette verdisystemet er *underbestemt*, og ikke nødvendigvis fører til et entydig teorivalg i forskersamfunnet, fordi forskerne ikke alltid er entydig i sin *anvendelse* av verdiene. Den individuelle forskers *subjektive* interesser vil da bidra til å fordele forskerressursene på eksisterende

og alternative teorier, og slik sikre at flest mulig teorier får undersøkt sitt potensiale ([52], s. 149-154; [21], s. 162). Spesielt er det viktig at den *eksisterende* kriserammede teorien blir videre undersøkt, siden “most anomalies are resolved by normal means” (SSR, s. 186). På den måten, “[a new theory ] has been tested over time by the research of a number of men, some working within it, some within its traditional rival.” Etterhvert vil da en bestemt av teoriene “display sufficient accuracy and scope to generate widespread conviction” ([74], s. 332), og “at some point, most agree that the conceptual resources afforded by one theory are superior to those afforded by the competitors” ([21], s. 163). Kuhn sier det er argumenter basert på teoriens “problem-solving capacity” som er de mest overbevisende i *forskergruppens* teorivalg (SSR, s. 153, 169; [52], s. 241). Forskergruppens valg av nytt paradigme er altså ikke *styrt* av individuelle sosiale og psykologiske faktorer, slik AT hevder. K. Brad Wray sier ([21], s. 162):

... on Kuhn’s view, subjective factors merely play an *instrumental* role in ensuring that the superior theory is the one that is ultimately accepted by the *research community* .

When scientists are influenced by subjective factors, it induces different scientists to work with different theories, which ensures that competing hypotheses are developed to the point where it becomes clear which is superior.

Kuhn skiller mellom argumentene til de aller første få tilhengerne av en alternativ teori, og argumentene som gradvis overbeviser hele forskersamfunnet. Kuhn hevder det er de siste som bestemmer rasjonaliteten av teorivalget. De første versjonene av en alternativ teori vil ofte ikke engang kunne oppklare den anomalien som førte til krisen (SSR, s. 154). For den enkelte forsker som likevel velger å arbeide med den nye teorien, “there must also be a basis, though it need be neither rational or ultimately correct, for faith in the particular candidate chosen.” Dette er vel det eneste utsagn fra Kuhn om mulig irrasjonalitet i teorivalget, og har blitt tolket som om naturvitenskap generelt skulle være irrasjonell ([52], s. 240-1). Kuhn har sterkt avvist slike tolkninger.

I *The Road since Structure* klargjør Kuhn sitt syn på funksjonen til subjektive faktorer i teorivalget:

It is only because individuals working in a common research tradition are able to arrive at differing judgements concerning the degree of seriousness of the various difficulties they collectively face that some of them will be moved individually to explore alternative possibilities,

while others will attempt doggedly to resolve the problems within the current framework. The fact that the latter are in the majority when such difficulties first arise is essential to the fertility of scientific practices. For *usually*, the problems can be resolved, and eventually are. .. On the other hand, of course, if no one were ever to develop possible alternatives, major reconceptions could never emerge... Thus, a *social* scientific tradition is able to “distribute the conceptual risks” in a way that would be impossible for any single individual..([77], s. 3).

Vitenskapsteoretikeren P. Hoyningen-Huene oppsummerer Kuhns beskrivelse av teorivalget slik:

On Kuhn’s view, revolutions by no means proceed irrationally. On the contrary, there are phases of reasonable, justified differences of opinion which ultimately, following a closer examination of the relevant field from different standpoints, make way, under the pressure of arguments, for a new consensus, hence a new phase of normal science ([52], s. 265).

**6. “De etablerte” mot “dem som kommer med det nye”** Et velkjent fenomen i vitenskapens historie er det Kuhn kaller “resistance to change and innovation” (SSR, Kapittel XII; [13]): Nye teorier og oppdagelser blir ofte møtt med skepsis, motstand og avvising av forskerne innenfor det gjeldende paradigmet. I AT kobles fenomenet til en generasjonsmotsetning: De etablerte, konservative forskerne mot de unge, radikale, nyskapende. De unge, som tenker originalt og radikalt, utsettes ofte for sterkt sosialt press og utstøtelse av de etablerte (P. A. Bjørkum, Wikipedia). Slik motstand har tradisjonelt blitt tolket som utslag av rent *mennekelige* begrensninger: alder, “blindhet”, trusel mot forskernes autoritet. Kuhn sier:

In the past they [preconceptions and resistance] have most often been taken to indicate that scientist, being only human, cannot always admit their errors, even when confronted with strict proof ([66], s. 348).

AT smører tykt på i sin beskrivelse av denne påståtte kampen mellom på den ene siden “de etablerte”, “forvalterne og beskytterne” av det rådende paradigmet, og på den annen side “de unge”, de som “tester paradigmet” og går inn for “det nye”. AT beskriver “..hvilke kamper [forskerne] måtte kjempe mot den etablerte kunnskapen i sin samtid,” “.. kampen de måtte kjempe mot det etablerte miljøet.” Dette kan være problemer med å få publisert sine resultater, problemer med å få en vitenskaplig stilling, “måtte trekke seg” fra sin stilling, eller bli “oversett” av de etablerte forskerne. De etablerte blir “sjokkert”, føler seg “truet” ... de er fordomsfulle og “bruker ofte sin makt

mot dem som kommer med det nye ..”. De som kommer med det nye blir ofte “isolert fra det etablerte forskerfellesskapet..” og “den originale forskeren opplever ensomheten, utstøtingen”. “De som er med på å bringe forskningen fremover, vil oppdage at kollegene ikke er enige.” “Hvis en forsker .. føler behov for å bli en del av forskerfellesskapet, må han hevde synspunkter som gjør dette mulig.... han må holde seg til paradigmet, helst på midten av det..” De som foreslår nye teorier blir oversett eller latterliggjort av de etablerte, og det blir “(selvfølgelig) rabalder.” De etablerte “gir seg imidlertid ikke uten videre,” og “vil aldri bli pådrivere i utviklingen av det nye.” For det er historien som dømmer, mens “samtidens fagfolk .. som regel er inhabile.” “Skeptikerne blir tilskuere, eller motstandere - og taperne.” “.. når radikalt ny kunnskap oppstår, blir det konflikter. De etablerte føler seg truet, og har grunn til det. De etablerte utgjør flertallet og har normalt makt, og denne blir tatt i bruk hvis de får lov til det.”

Ifølge AT er disse “beskrivelsene av de mekanismer som opptrer blant forskere og fagfolk når nye teorier blir lansert, i stor grad hentet fra Thomas Kuhns arbeider, først og fremst SSR..” (AT, s. 12). Men retorikken AT her benytter for å beskrive påstått personlig *mobbing* av innovative forskere, finnes ikke hos Kuhn. Den er derimot vanlig hos bevegelser som kritiserer normalvitenskapen for å “undertrykke vitenskapelige dissidenter”:

.. many scientists... know from bitter experience that disagreeing with the dominant [scientific] view is dangerous... [if] someone does research or speaks out in a way that threatens a powerful interest group, ... representatives of that group attack the critics ideas or the critic personally - by censoring writing, blocking publications, denying appointments or promotions, withdrawing research grants, taking legal actions, harassing, blacklisting, spreading rumors ([86]).

..in current mainstream science ... anomalous evidence is first ignored, then ridiculed, and if that fails, its author attacked. Scientific conferences will not admit it to be presented, scientific journals will refuse to publish it, and fellow scientists know better than to express solidarity with an unorthodox colleague ([20]).

AT gir en rekke historiske eksempler på hvordan de unge som presenterer nye ideer, angivelig blir *oversett* eller *ikke tatt alvorlig* av de etablerte: Mendels arbeid fikk ingen betydning. Det var bare én referanse til Mendel i løpet av 1800-tallet. Og den var feilaktig (AT, s. 39); Youngs bølgeteori for lys ble ikke tatt på alvor av forskersamfunnet fordi han ble utskjelt i avisene (AT, s. 26); Mendels resultater ble glemt eller oversett fordi de ikke passet inn i noen etablert teori (AT, 39); Semmelweis’ innsikt i årsakene til barsel feber

stred mot legestandens selvilde og ble derfor avvist (AT, s.166), osv. Nyere resepsjonshistorie viser at disse fortellingene alle er gale eller misvisende. For eksempel skriver medisinhistorikeren I. Loudon:

.. [Semmelweis] is often described as a misunderstood martyr, driven insane by the united, stupid, and implacable opposition of his contemporaries, who refused to accept or implement his doctrines. This picture of Semmelweis began to be constructed some twenty-five years after his death, and in a short time he was glamorized and presented as genius and hero. .. The real story of Semmelweis is much more interesting than the traditional hagiographic version ([83], s. 88).

Oftest begrunner AT de etablertes motstand mot nye teorier med individual-psykologiske forhold, svært sjelden med de vitenskapelige og metodiske argumentene som kan tale mot den nye teorien. Fenomenet omtales ofte som “Plancks prinsipp”:

.. a new scientific truth does not triumph by convincing its opponents and making them see the light, but rather because its opponents eventually die, and a new generation grows up that is familiar with it (SSR, s. 151).

I SSR *spekulerer* Kuhn over gyldigheten av Plancks prinsipp, og innrømmer at “the generalization badly needs systematic investigation” (SSR, s. 90). En rekke empiriske studier tyder nå på at Plancks prinsipp er en myte: Etablerte forskere er like snare til å akseptere nye teorier og oppdagelser som yngre forskere. Og det er de *middelaldrende* forskerne som oftest utvikler revolusjonære teorier, ikke de unge (se [21], spesielt Kap. 11). Men AT hevder (uten kilder), s. 319: “...det er ikke de gamle som kommer med paradigmesprengende nyheter. Det kommer fra unge personer i 20- og 30- årene...”.

Arbeidet til forskere som prøver å løse en krise innenfor gjeldende paradigme, omtales i AT som “håpløst”, “krampaktig”, “traust” eller “desperat”. men Kuhn vil utfordre og reevaluere dette tradisjonelle bildet av motstand mot innovasjon:

Rather than being characteristics of the aberrant individual, they [preconceptions and resistance] are community characteristics with deep roots in the procedures through which scientists are trained for work in their profession ([66], s. 349).

Filosofen A. Lugg argumenterer for at “resistance to scientific change on the part of scientists need signal neither irrationality nor the presence of extra-scientific influences...”, og han gir en modell for teorivalget som nettopp “recognizes the possibility of scientists’ rationally resisting new scientific developments” ([85]).

Kuhn peker på flere viktige funksjoner motstanden har ([52], s. 194). For- delingen av forsker-ressursene på konservative og radikale angrepsmåter er essensiell for fruktbar vitenskapelig utvikling. At skeptikerne, som prøver å løse problemene innenfor det etablerte paradigmet, ofte er i flertall når nye teorier presenteres, er også svært viktig i vitenskapelig praksis: Historien viser nemlig at de fleste nye teorier ikke er holdbare, og at anomalier oftest blir avklart innenfor det gjeldende paradigme. Selvsagt kan de empiriske argumentene for en ny teori etterhvert bli så overveldende at videre motstand bare kan beskrives som “stubborn”, “pigheaded” eller “unreasonable.” Men vanligvis er kilden til motstanden den samme som gjør normalforskning mulig, nemlig troen på at det eksisterende paradigmet til slutt vil løse problemene, noe det vanligvis også gjør ([68], s. 151). Kuhn beskriver forskernes ulike argumenter for gammelt og nytt paradigme som “*the essential tension between tradition and innovation*” ([73], s. 225), og han knytter ikke noe negativt til det å prøve å løse en krise innenfor det eksisterende paradigme. Tvert imot ser han dette som et strukturelt svært viktig trekk ved “the discourse of theory choice,” som en måte å “fordele risikoen” blant paradigmekandidatene på et tidspunkt når krisen ikke avklart. Han framholder også at motstanden mot nye teorier er med på å sikre at “anomalies that lead to theory change will penetrate existing knowledge to the core” ([68], s. 65). Filosofen K. Brad Wray beskriver Kuhns *essential tension* slik:

Collectively, a research community is both capable of entertaining novel hypotheses that are not yet supported by the data, and yet not so fickle as to abandon long-accepted hypotheses until sufficient evidence in support of the new hypotheses is gathered ([21], s. 200).

Vitenskapshistorikeren E. E. Harris sier:

Resistance to new discoveries is easily understandable and is even scientifically proper, not only because it ensures salutary caution and excludes theories that lack secure foundations in evidence, but also because any major innovation which threatens and establishes conceptual system threatens the entire basis of scientific investigation ([49], s. 227).

Filosofen P. Hoyningen - Huene sier:

.. scientists in theory choice situations might often have to decide in favor of or against a new theory at a time when it's not yet fully worked out and empirical evidence fails to confirm or refute it unequivocally. In this situation, no one can be certain to have chosen the theory that ultimately will convince all members of the [research] community. Under such circumstances, it is necessary that some scientists choose the old theory and some the new, for

*both* must have a chance to develop their potentials, as they do only when both are explored ([52], s. 152).

## 7. Mytisk vitenskapshistorie i AT

En hovedtese i AT er at “.. de som tenker originalt og radikalt meget sjelden blir heder og ære til del i sin samtid, men ofte utsettes for sterkt sosialt press og utstøtelse [fra forskersamfunnet]. Dette er heller regelen enn unntaket hos de som kommer med noe genuint nytt i vitenskapens historie.” Men en rekke av de historiske eksemplene og biografiene AT gir for å underbygge denne tesen, viser seg å være misvisende eller gale. ATs framstillinger har oftest en forutsigelig form:

.. there's a strong predilection among science writers for squeezing episodes of scientific discovery into a predictable but not very realistic three-act drama ...: The hero arrives at a new idea (Act I), suffers the wrath of jealousy, conservatism, and clerical bigotry (Act II), and is then triumphantly vindicated (Act III) ([113], s. 2).

Vitenskapshistorikeren H. Kragh skriver:

The biography that glorifies and romanticizes will typically present the hero as a genius struggling against a stupid contemporary world that placed every kind of obstacle in the way of his brilliant ideas.. Such obstacles will often not have any authentic basis in facts but will merely be a means of strengthening our admiration for the hero ([60], s. 169).

Også Kuhn advarer mot faren ved å la fordommer påvirke den historiske framstillingen:

It is too easy to constrain historical evidence within a predetermined mold... ([75], s. 363).

Fortellingene i AT skal konkret illustrere de problemer den revolusjonære helten angivelig møter i sin kamp mot de etablerte forskerne: problemer med å få publisert sine resultater, bli oversett, bli nektet stilling, bli sagt opp fra sin stilling, bli isolert, latterliggjort osv. (jmf. del 6. ovenfor). Men oppdatert vitenskapshistorie viser at disse fortellingene oftest er *mytiske*, dvs. bygger på en liten kjerne av fakta som så fordreies eller blåses opp og ut av proporsjon (se for eksempel biologen D. Allchins artikler om dette temaet i tidsskriftet *Science and Education* [4], [5], [6], [8]). Jeg gir noen eksempler på mytisk vitenskapshistorie fra AT (Darwin, Fraunhofer, Ohm, Einstein, Planck). Alt i alt påstår jeg at resultatene av en faktasjekk av den vitenskapshistorien

AT presenterer, ikke på noen måte underbygger tesen om at “forskere som kommer med noe genuint nytt.. utsettes for sterkt sosialt press og utstøtelse.”

**Charles Darwin (1809 - 1882).** Ifølge AT hadde Darwin betydelige problemer med å få publisert *Om artenes opprinnelse*: Det var vanskelig å finne en utgiver som var modig nok til å utgi Darwins revolusjonære teori, og Darwin fikk råd om heller å “skrive en bok om duer”. Men til slutt fikk Darwin *overtalt* en kjent forlegger til å utgi boken. AT skriver s. 33:

Det var (selvfølgelig) ikke lett for Darwin å få utgitt *Om artenes opprinnelse*. Det var ikke lett å finne en utgiver som var *modig* nok. Han som hadde utgitt beretningen om Darwins reise med Beagle fra 1831 til 1836, ville ikke utgi denne boken. Utgiveren Darwin kontaktet, søkte råd hos andre, og ett av rådene gikk ut på at Darwin heller burde skrive en bok om duer (Darwin hadde gjort noen meget detaljerte observasjoner om duer.) Darwin avsto dette tilbudet. Gjennom venner fikk imidlertid Darwin overtalt en kjent forlegger til å utgi boken (kilder ikke oppgitt).

Men faktum er at Darwin hadde ingen problemer med å få utgitt boken. Dette framgår klart av Darwins korrespondanse 1858-1859 ([33], [88]). Da manuskriptet var ferdig i mars 1859, ba Darwin sin venn, den berømte geologen Sir Charles Lyell, om å finne forlegger. Lyell kontaktet kun den kjente forleggeren John Murray, som allerede hadde publisert Lyells verk *Principles of geology* og Darwins beretning om ekspedisjonen med HMS Beagle. Rett nok ble Darwins *første* versjon av beretningen om Beagle publisert av forleggeren John Colburn i 1839 under titelen *Journal and remarks. 1832 - 1836*, og da som del av et større verk med bidrag fra flere. Men da 2. utgave skulle publiseres, var Darwin ikke fornøyd med Colburns betingelser, og det ble John Murray som publiserte en selvstendig, utvidet versjon av Darwins beretning i 1845.

Historien om publiseringen av *Species* starter med Darwins brev til Murray 31. mars 1859 ([33], Letter 2441):

I have heard with pleasure from Sir Lyell that you are inclined to publish my work [*Species*]....., but that before deciding .. you require to see my M.S.

Murray svarer allerede neste dag og er svært positiv ([33], Letter 2443):

I can have no hesitation in swerving from my usual routine and in stating at once even without seeing the MS. that I shall be most happy to publish it for you on the same terms as those on which I publish for Sir Charles Lyell.

Murray mottar Darwins manus og sender det til en av sine konsulenter, W. Elwin. Elwins uttalelse til Murray er datert 3. mai 1859 ([88]). Elwin er imponert over Darwins arbeid og skriver på slutten av brevet:

My sole object & desire is to secure his theory coming before the world in the way which will do justice to the extraordinary merit of his investigations & procure him that fame which belongs to him.

Men samtidig fraråder Elwin å publisere manuskriptet i sin nåværende form, fordi teorien ennå mangler “proofs” og “evidence.” Elwin mener publikum vil forkaste teorien “from recalling some obvious facts apparently at variance with it, and to which Mr. Darwin may nevertheless have a complete answer.” Elwin støtter derfor Lyells råd til Darwin om først å utgi en bok om sine omfattende studier av variasjonen i avkom av ulike arter duer under kunstig utvalg. Første kapittel i *Species* heter nettopp “Variation under domestication.” Elwin mener en slik enklere bok ville fungere som en introduksjon til den mer omfattende framstillingen som så kunne publiseres senere.

Darwins svarbrev til Elwin sendes som vedlegg til brev til Murray 6. mai, men dette vedlegget er ikke funnet. Til Murray skriver Darwin at Lyells og Elwins forslag om først å utgi boken om duer ”is impracticable. I have done my best..... I will send ... next week, the six first chapters” ([33], Letter 2459). Murrays svar er tapt, men han var åpenbart enig med Darwin og “went on to publish.” Så går korrekturen sin gang fram til publisering 24. november 1859.

**Joseph von Fraunhofer (1787 - 1826).** I AT s. 40 hevdes at fysikeren Fraunhofer ikke fikk publisere sine viktige resultater fordi han ikke hadde formell utdanning:

Fraunhofer ble oversett av samtiden. Han manglet formell utdanning og hørte ikke til det vitenskapelige miljøet.

[Fraunhofer] fikk ikke formidlet sine banebrytende resultater. ... [Hans] rapporter om [fraunhoferske linjer] ble oversett i nesten 50 år, inntil Kirchoff til slutt grep fatt i dette (1859)..(kilder ikke oppgitt)

Men den autoritative *Dictionary of Scientific Biography* [34] fra 1981 forteller en annen historie: Særlig etter 1819 deltok Fraunhofer aktivt i det vitenskapelige miljø i Munchen, på tross av sin manglende formelle utdanning. Han fikk etter hvert en rekke utmerkelser: Fra 1817 “ausserordentlich besuchenden Mitgliede der Akademie”; fra 1819 deltok han aktivt i arbeidet i det Bayeriske Vitenskapsakademi, holdt forelesninger om fysisk og geometrisk optikk; doktorgrad fra universitetet i Erlangen i 1822; “conservator of the physical

cabinet of the academy at Munich” fra 1823; honorary title Royal Bavarian Professor i 1823; “Nobility, the order of merit, and the honorary citizenship of Munich” i 1824; 1824 - 1825: valgt til medlem i flere vitenskapsselskaper: The Imperial Leopoldina Academy, Astronomical Society of London, Society for Natural Science and Medicine of Heidelberg, Knight of the Danish order of Danebrog.

Fikk ikke Fraunhofer “formidlet sine banebrytende resultater?” Fraunhofer publiserte sine resultater i det Bayerske Akademi fra 1817 av, til tross for en viss “Unmut” (uvilje) fra noen av de “lærde” medlemmene i starten. Avhandlingen om spektra ble publisert i *Annalen der Physik*, dessuten oversatt til fransk og engelsk: “His important memoirs were first published in *Denkschriften* of the Royal Bavarian Academy of Sciences, the one on refraction, spectra, and lines in 1817, and that on diffraction and its laws in 1821. They were soon translated into English and French” ([26]). Han publiserte også et viktig arbeid om diffraksjon i 1823, ellers hovedsaklig artikler om konstruksjon av nye optiske instrumenter.

Ble Fraunhofers resultater “oversett i nesten 50 år”? *Dictionary of Scientific Biography* sier : “[Fraunhofer’s] observations stimulated considerable interest for the next half-century among natural philosophers, whose speculations culminated in the classical explanation of absorption and emission of spectra made by Kirchoff and Bunsen in 1859.” Og videre : “..Fraunhofer’s approach of combining practical with theoretical knowledge and an understanding of both optics and glassmaking had not only made the German optical industry the leading one in the world, but also continued to inspire generations of German optical scientists and industrialists.”

**Georg Simon Ohm (1789 - 1854).** Om resepsjonen av “Ohms lov” skriver AT s. 180-181:

Ohms resultater ble underlig nok meget dårlig mottatt i hjemlandet Tyskland. Hans etablerte kolleger interesserte seg ikke for resultatene hans, og de som gjorde det, omtalte dem i negative ordelag. Den verste kritikken som kom på trykk, kom fra en filosof. Det var en nedsabling etter alle kunstens regler, og den sluttet med en oppfordring til myndighetene om at en ’fysiker som forkynner slikt kjetteri, er uverdigg til å undervise i vitenskap.’ Det førte til at Ohm måtte fratre sin stilling som overlærer! .. [Men] hans resultater ble godt omtalt i utlandet..[så] Kongen utnevnte han til professor i fysikk ved den Polytekniske Skole i i Nürnberg [i 1833] (kilder ikke oppgitt).

Er det riktig at Ohm’s resultater ble “meget dårlig mottatt i hjemlandet”? I [34] og [14] gis et mer balansert bilde: Ohms hovedverk *Die galvanische*

*Kette, mathematisch bearbeitet* ble utgitt i Berlin 1827. Alt fra 1829 ble Ohms resultater brukt innenfor elektrisitetforskningen og omtalt i flere lærebøker i Tyskland, f.eks av G. T. Fechner (Leipzig 1829, 1831), H. F. E. Lenz (1832), W. E. Weber og K. F. Gauss (1832-1833), M. H. Jacobi (Potsdam, 1833-1835), A. Baumgartners *Naturlehre* (Wien 1830-1831). Videre ble resultatene positivt omtalt av flere fysikere, f.eks J. W. Pfaff i Erlangen, Poggendorf i Berlin og J. S. C. Schweigger i Halle. Pfaff skrev f.eks i 1828: “Vi ønsker Tyskland til lykke med publiseringen av dette skrift. En begavet matematiker og fysiker framstår, som den eneste i Tyskland så langt, innenfor høyere analyse, der franskmenn har vært ledende hittil” ([14], s. 36). I 1830 skrev Stahl i en komiteuttalelse: “The originator of the treatment under review has already shown himself, before the publication of this work, to be a very clever experimenter in electricity... He initiated simple principles based on experiment and has completed the reasoning by really clever hypotheses” ([119], s. 377).

Men der var også mer kritiske røster, noe som slett ikke var “underlig”, slik AT hevder. Tysk vitenskap gjennomgikk en omforming i første del av 1800-tallet, som innebar en dyp endring i synet på eksperimenter og anvendelse av matematikk. Det eldre paradigmet hadde induktiv metode som ideal og forkastet hypotetisk-deduktiv metode. Gradvis overtok bruk av hypoteser og en mer matematisk beskrivelse av fenomenene (se [25] for en detaljert framstilling). Ohm var en pioner i bruk av matematiske metoder, men med basis i sine omfattende eksperimenter. Dette gikk ikke klart fram av framstillingen i *Die galvanische Kette*, og Ohms resultater ble av flere tolket som kun formelt dedusert fra ubegrunnede fysiske prinsipper.

For eksempel var ikke Siber så positiv til bruk av matematikk ([119], s. 377): “I cannot make a positive statement that I myself regard every experiment of applying mathematics to some part of physics as very valuable, as Ohm does... but it must be admitted that an attempt such as this one always has its own value.” Også Professor Kamtz i Halle gav “en noe mer reservert omtale.” Men “bare professor G. F. Pohl ytret seg hemningsløst negativt i *Berliner Jahrbuchern fur wissenschaftliche Kritik*” (et tidsskrift grunnlagt av Hegel) ([14], s. 12; [98]). Hans omtale av *Die galvanische Kette* var den eneste som inneholdt angrep på Ohm personlig. Om dette skriver Ohm i et brev 30/3 - 1829 ([119], s. 377):

..my scientific work has found at the moment only one opponent (Pohl) whose opinion is based upon the principles of Hegel. ... The last pronouncement of Pohl is the only one which is against me, but his motives are so little concealed that I am mentioning it more for the sake of completeness than from fear of any ill-effects of this criticism.

På den annen side kan det være en viss sannhet i påstanden at Ohms resultater ikke ble “immediately and universally accepted even within Germany” når det gjelder *bredere* vitenskapelige og *ikke-vitenskapelige* kretser ([34]).

Det ofte siterte utsagnet “en fysiker som forkynner slikt kjetteri, er uverdigg til å undervise i vitenskap” stammer visstnok fra Geheimrat (“undervisningsminister”) Johannes Schulze som var hegelianer og uten interesse for eksperimenter eller matematikk i forskningen ([119], s. 373; [14], s. 13). Det stemmer ikke at omtalen fra Schulze førte til at Ohm “måtte fratre sin stilling!” slik AT hevder. Ohm sa selv opp stillingen som overlærer i fysikk og matematikk ved Jesuittgymnaset i Köln i mars 1828, på tross av flere oppfordringer om å fortsette, f.eks fra “Staatsminister” v. Altenstein og fra elevene ved gymnaset ([14], s. 13).

Ble Ohm’s resultater “godt omtalt i utlandet”? Tvert i mot sier [34] om dette: “English and French physicists seem not to have become aware of Ohm’s work and its profound implications for electrical science until the late 1830’s and early 1840’s.” Den første framstillingen av Ohms verk i Frankrike ser ut til å være fra 1841, men eksperimentelle “bevis” for Ohms lov ble utført av Pouillet i perioden 1831-37 ([9], s. 8). “Meanwhile in England nothing had been heard of Ohm’s law” ([119], s. 379).

Er det riktig at “kongen utnevnte Ohm til professor i fysikk” i 1833, som en anerkjennelse for hans vitenskapelige arbeid? Ohm søkte 23/2 - 1833 profesoratet i fysikk etter Stahl ved universitetet i Munchen, etter råd fra professor H. B. Hermann. Både komiteuttalelsen og universitetets brev til kong Ludvig I var positive ([119], s. 379). Ohm hadde sterkt ønske om å få denne jobben, siden han ikke hadde hatt noen fast stilling etter at han sa opp i Köln. Men selv med støtte fra professor von Staudt i Erlangen ([119], s. 379) “he could elicit no better offer than the professorship of physics at the Polytechnische Schule in Nuremberg, a job that brought him no improvement over his previous circumstances..” ([34], s. 187). Ohm tok likevel imot stillingen, selv om den innebar undervisning og administrasjon som nok tok det meste av hans tid: I årene 1833 til 1838 publiserte han ikke et eneste arbeid, mens han i perioden 1825 til 1833 hadde publisert i snitt et par artikler hvert eneste år.

I boka *Intellectual Mastery of Nature* [56] oppsummeres resepsjonen av Ohms arbeid slik:

The circumstances of the publication and reception of Ohm’s early work and his long struggle for a university appointment are [usually] portrayed as an exceptional case of neglect by German physicists and by government officials. [But] when we compare Ohm’s career with the careers of his contemporaries, we find, as we should expect, that his experience reflects the conditions under which scientists generally worked at the time. Ohm’s career was in no way

exceptional..([56], s. 2).

**En historie om Albert Einstein (1879 - 1955).** Ifølge AT fikk Einstein avslag på sin søknad om jobb ved universitetet i Bern i 1907, angivelig fordi en professor i *eksperimentalfysikk* ikke forstod Einsteins relativitetsteori:

Da [Einstein] i 1907 søkte en jobb som 'Privatdozent' ved universitetet i Bern, la han også ved artikkelen som handlet om den spesielle relativitetsteorien. Hans artikkel ble stemplet som "utilfredsstillende", og i sitt brev til Einstein bemerket professoren at "Det du har skrevet her, det forstår jeg ikke noe av." Einstein fikk ikke jobben. Han som ikke forstod artikkelen til Einstein var professor i *eksperimentell* fysikk... Dette ble uttalt i en tid da eksperimentalismen dominerte *meningsklimaet*. Det var i dette meningsklimaet Einstein fikk avslag på en akademisk stilling (1907) (AT, s. 130).

Dette er galt (se [96], s. 184, og [44], s. 231, 241. Biografien [44] oppgis i AT s. 419 også som en av kildene for informasjonen om Einstein brukt i AT.) "Privatdozent" er ikke en stillingsbetegnelse, men en "rett til å undervise" ved et bestemt universitet, i dette tilfellet ved Universitetet i Bern. Einstein søkte myndighetene i Bern om slik rett 17/6 - 1907. Han la ved søknaden 17 publiserte arbeider, sin PhD- avhandling, samt CV. Et formelt krav for å få innvilget en slik søknad, var at søkeren også la ved et *Habilitationsschrift*, en vitenskapelig artikkel som ennå ikke var publisert, noe Einstein hadde unnlatt å gjøre. Det var derfor uenighet i komiteen om søknaden kunne innvilges. Det er rett at professoren i eksperimentalfysikk ville avslå søknaden (Einstein i brev til M. Grossmann 3/1 - 1908). Etter lengre diskusjon ble søknaden avvist i påvente av at Herr Einstein kunne oversende en slik artikkel. Einstein sendte så 11/2 - 1908 inn et *Habilitationsschrift*, og 28/2 - 1908 holdt Einstein Habilitasjonsforelesning. Allerede neste dag ble svarbrev sendt, som informerte unge Doktor Einstein om at han nå var innvilget *venia docendi*, retten til å undervise.

**Einsteins Nobelpris.** (AT s. 168-169, 192-193). I følge AT var "noe av årsaken til at det tok så lang tid for Einstein å få den fortjente Nobelprisen, at det var innflytelsesrike personer som ganske enkelt ikke ville gi ham prisen. Den mest innflytelsesrike av dem var Lenard, som var antisemitt (Einstein var jøde). Han argumenterte overfor komiteen med at Einsteins relativitetsteori ikke var noen oppdagelse, at den ikke var eksperimentelt bevist, og om den var, ville den uansett ikke ha noen verdi! ... I 1921 hadde Lenard mistet det meste av sin innflytelse, og da fikk Einstein til slutt prisen." Men det finnes

ikke noe grunnlag i kildene for å hevde at fysikeren Philip Lenard (1862-1947) personlig hadde så sterk innflytelse over Nobelkomiteen som AT antyder (se f.eks. [1], [35], [39], [40], [43], [46], [55], [109]).

Einstein fikk Nobelprisen i 1922 (for året 1921) for “fortjenester innen teoretisk fysikk, spesielt oppdagelsen av loven om den fotoelektriske effekten.” Han ble nominert til prisen 60 (seksti) ganger, første gang i 1910, og 35 ganger bare for årene 1920 - 1922 ([39], s. 5) (AT hevder han ble nominert “hele ti ganger.”) Grunnen til at det likevel tok lang tid for Einstein å få prisen, finner vi i første rekke i komitemedlemmenes egen holdning til teoretisk fysikk:

In the early decades of awarding the Nobel prize, Swedish physicists with a strong experimentalist bias dominated the committee. They held precision measurement as the highest goal for their diciplin; they favored candidates whose work mirrored their own orientations ([43], s. 129.)

...it is clear that the main thing that weighed against relativity theory is the ideal of science that was so firmly entrenched in Swedish research communities and in particular, at least until 1923, in the Nobel Committee for Physics ([40], s. 87).

...They were incapable of coping with Einstein’s theories of relativity, since these were perceived as having too weak an empirical base and too strong a mathematized flavour, with abstract concepts ([40], s. 86).

[The theory of relativity] went against the grain of the experimental ideal of science that was so firmly entrenched, especially in Uppsala, where a majority of the Committee members had their affiliations ([40], s. 81).

...the Committee’s verdict on Einsteinian relativity was entirely consistent with its ideal of science ([40], s. 83).

Selv om eksperimentalisten Lenard hadde flere av de samme negative holdningene til abstrakt, matematisk fysikk som Nobelkomiteen, er det kun i Arrhenius komiterapport for 1920 at Lenards kritikk av relativitetsteorien blir nevnt ([39], s. 144). At komiteen endret syn og tildelte Einstein prisen i 1922, skyldes innsatsen til et nytt komitemedlem, C. W. Oseen ([39], Kap. 11), og ikke at Lenard “mistet det meste av sin innflytelse,” slik AT antyder. Einstein selv mente at Lenard var isolert i sin kritikk av relativitetsteoriene. Einstein skriver 28/8-1920: “Among physicists of international reputation I could only mention Lenard as an explicit enemy of the theory of relativity” ([59], s. 83).

Generelt er en rekke av ATs påstander om Einsteins Nobelpris misvisende eller gale. For eksempel:

AT, s. 192: “[Komiteen] begrunnet tildelingen med at den tildeles Einstein for ‘loven om den fotoelektriske effekten og hans arbeid innenfor teoretisk fysikk’, noe som viser at de nok også hadde relativitetsteorien(e) i tankene.”

Men tildelingsdiplomet inneholder en setning som eksplisitt utelukker relativitetsteorien som begrunnelse for prisen: “.. oberoende av det verdet som, etter eventuell bekreftelse må tilerkennas relativitets- og gravitasjonsteorien, overlemna det pris .... til Albert Einstein før hans førtjenster innom den teoretisk fysiken, særskilt før hans uppteckt av lagen før den fotoelektriska effekten” ([39], s. 1, 173-175).

AT, s. 193: “[Lenard] argumenterte overfor komiteen med at Einsteins relativitetsteori ikke var noen oppdagelse...”

Men Lenards berømte brev til Komiteen ble sendt i 1923 *etter* at Einstein hadde fått tildelt prisen ([39], s. 182, [109], s. 29).

AT, s. 193: “Noen i komiteen, dvs. Millikan (som selv fikk prisen i 1923), gjorde alvorlige forsøk på å forstå den, men klarte det ikke.”

Men Millikan var ikke medlem av Nobelkomiteen i fysikk.

AT, s. 193: “Da de nektet Einstein prisen i 1917, begrunnet komiteen det med at Einsteins relativitetsteori ‘ikke fortjener en Nobelpris!’”

Nei, avslaget ble begrunnet med at en av teoriens forutsetninger ikke var eksperimentelt bekreftet. Komiteen skriver: “.. this [consequence of the theory] has been tested .. at the famous Mount Wilson Observatory. The result is that the stipulated, well measurable effect, does not exist. Consequently the theory does not correspond with observations. Under such circumstances it appears that Einstein’s theory of relativity, whatever its value in other respects may be, does not deserve a Nobel prize” ([39], s. 111).

AT, s. 268-269: Her omtales det berømte offentlige møte 24. august 1920 som ifølge AT ble “ledet av Lenard”, og der relativitetsteorien og Einstein personlig ble angrepet: “..der hans teori bl.a. ble omtalt som jødeteorien og ble forsøkt latterliggjort, kom [Einstein] i skade for å ta til skriftlig motmæle. Nobelprisvinneren Lenard (han som bidrog til at Einstein ikke fikk Nobelprisen før i 1921) var en av dem som stod bak dette angrepet.”

Nei, det berømte offentlige *Anti-Einstein* møtet i Berlin 24/8 - 20 var ikke “ledet av Lenard.” Lenard var ikke engang til stede på møtet, og hadde heller ingenting med organiseringen å gjøre ([109], s. 19-22; [55], Kapittel 13). Det var først fra sommeren 1922 at Lenard offentlig gikk ut med rasistiske og politiske utsagn om Einstein: “.. von Lenard gab es zu diesem Zeitpunkt [1920] keine öffentliche antisemitischen Entwürfe gegen Einstein, sie spielten bei seiner skeptischen Haltung gegenüber der Relativitätstheorie noch keine Rolle” ([109], s. 19-23, 25).

### **ATs framstilling av Plancks og Einsteins kvanteteori 1900 - 1906.**

Ifølge framstillingen i AT, s. 118, 127 - 129, 158 - 160, 191 - 196 la Max Planck i 1900 fram en kvanteteori for energi, dvs. en hypotese om at energi bare opptrer i diskrete energikvanta, og ikke som en kontinuerlig størrelse ([97]). AT hevder dette skapte sjokkerte reaksjoner i fysikersamfunnet:

Førrige århundres kanskje aller største sjokk, kvanteteorien, kom i 1900, og det var Planck som alene var ansvarlig for dette sjokket (AT, s. 158)... Verdens fysikere var i sjokk (AT, s. 160)... At man ikke tok Plancks kvanteteori på alvor, skyldes nok (også) at den rammet de etablerte vitenskapsfolkene så hardt (AT, s. 118).

Men ATs framstilling av historien om den tidlige kvanteteorien inneholder en rekke myter og feil (se for eksempel [1], [45], [63], [64], [75], [103]). Planck foreslo i 1900 en ny "strålingslov" for svartlegemestråling, og prøvde å utlede loven fra klassiske fysiske prinsipper. På et punkt i utledningen diskretiserte han den totale strålingsenergien for oscillatorer med samme frekvens i et helt antall endelige like deler han kalte "energielementer". Men det er i dag stor grad av enighet blant vitenskapshistorikere om at Planck ikke så på disse energielementene som energikvanta i fysisk forstand, eller antok at energien for hver oscillator bare kunne være et heltallsantall energielementer. Vitenskapshistorikeren Helge Kragh sier:

Planck did not really understand the introduction of energy elements as a quantization of energy, i.e, that the energy .. can attain only discrete values. He did not highlight the quantum discontinuity at all and considered .. [it] .. to be a mathematical hypothesis with no physical reality behind it ([63], s. 62).

Vitenskapshistorikeren Olivier Darrigol sier:

Planck had no definite opinion of the exact meaning of his new quanta [energy elements]. .. he did not introduce quantum discontinuity, he did not intend a sharp break from received theories.. ([32], s. 21).

Plancks diskretisering av energi i sin *utledning av strålingsloven skapte derfor svært få reaksjoner i fysikermiljøet*, selv om mange fant utledningen generelt "extremely obscure" og presentasjonen "hard to follow" ([75], Kap. IV). *Strålingsloven selv ble derimot raskt akseptert* på grunn av sin overbevisende eksperimentelle nøyaktighet. H. Kragh sier:

If a revolution occurred in physics in December 1900, nobody seemed to notice it, least of all Planck. During the first five years of the century, there was almost complete silence about the quantum hypothesis which somewhat obscurely was involved in Planck's derivation .. ([63], s. 63).

Det var *Einstein* som i 1905 *eksplisitt formulerte hypotesen om at energien i en lysstråle består av et endelig antall lyskvanter* (Einsteins lyskvantumhypotese) ([36]; AT, s. 128), og han gav så den første korrekte utledningen av Plancks strålingslov i 1906. Men Einstein skriver:

.. Planck's theory of radiation seemed to me [in 1905] in a certain respect the antithesis of my own ([75], s. 182).

Einstein viste at strålingsloven ikke kan utledes fra klassisk fysikk, men forutsetter at energien for den enkelte oscillator er kvantisert. Einstein skriver klart: "During absorption and emission the energy of an oscillator changes discontinuously by an integral multiple of  $(R/N)\beta\nu$ " ( $= h\nu$ , [37], s. 202). Ifølge Kuhn er det dette utsagnet som egentlig "announces the birth of quantum theory" ([75], s. 170).

AT hevder så videre at Einstein i sin artikkel [36] om lyskvantumhypotesen brukte Plancks kvanteteori til å forklare den fotoelektriske effekten:

.. i disse arbeidene anvendte [Einstein] kvanteteorien til Planck for å forklare den fotoelektriske effekten (AT, s. 196);

.. Einstein gikk løs på dette [den fotoelektriske effekt] og løste problemet. Ved bruk av Plancks teori [fra 1900] (AT, s. 191);

.. Einstein [gav kvanteteorien til Planck] en form som Einstein selv kunne bruke (og trengte) for å forklare fotoelektrisiteten (AT, s. 192).

Dette er feil. For det første, i artikkelen [36] framsetter Einstein lyskvantumhypotesen *ikke* "ved bruk av Plancks teori," men basert på sine egne arbeider om statistisk termodynamikk fra 1902-1904 ([92]). Helge Kragh sier:

It was no accident that Einstein did not use either Planck's notation or more mature theory. At the time (1905) Einstein believed that Planck's theory could not be made to agree with [his] theory of light quanta .. Einstein's approach differed markedly from Planck's and hardly relied at all on Planck's radiation law .. Einstein did mention the law, but without using it, instead, he focused on the old Wien law in its experimentally confirmed regime ([63], s. 66-67).

...Einstein's paper was in no way a continuation of Planck's law of 1900, and the famous Planck constant ( $h$ ) did not even enter as an independent variable in Einstein's work. Einstein took his departure in Wien's nonquantum law of 1896.. ([61], s. 354).

Kuhn sier:

Though Einstein, in his light-particle paper of 1905, discussed Planck's radiation law, he had nothing whatever to say about Planck's theory ([75], s. 182).

I R. Renstrøms avhandling [103], s. 73, heter det:

... fremstilling[en] av Einsteins innføring av lyskvanter som en enkel anvendelse av Plancks hypotese på strålingen, må være en av historiens største underdrivelser. Faktisk viser Einsteins argument for lyskvanter ingen spor av det resonnementet Planck hadde brukt fem år tidligere ([103], s. 81).

For det andre, den fotoelektriske effekten ble ikke betraktet som "uforklart" i 1905 som AT skriver:

.. artikkelen om den til da uforklarte fotoelektriske effekten ... (AT, s. 127);

..den fotoelektriske effekten som ingen til da hadde kunnet forklare (AT, s. 191);

Lenard forklarte effekten innenfor bølgeteorien for lys med sin "triggerhypotese". Ifølge H. Kragh ([61], s. 354) var triggerhypotesen "widely accepted among physicists", hørte til "the generally accepted truths of physics," og var "neither speculative nor clearly ad hoc." Det er et "historical fact that theories of the day, like Lenards trigger hypothesis, were considered perfectly adequate to explain the phenomenon [photoelectric effect]" ([90], s. 916). For å teste sin lyskvantumhypotese utledet Einstein blant annet en helt ny *prediksjon* om den fotoelektriske effekten, den *fotoelektriske likning* (eller *lov*)  $E = h\nu - P$  (der  $E$  er den maksimale energien til de foto-genererte elektronene og  $\nu$  er frekvensen til lyset,  $P$  avhenger av metallet,  $h$  er Plancks konstant). *Likningen* ble godtatt etter Millikans eksperimenter i 1916, men Einsteins *teori* ble fortsatt avvist av de aller fleste fysikere (jmf. AT, s. 192). Som Helge Kragh sier ([61], s. 356): "There were several non - Einsteinian ways of explaining the photoelectric effects, and for a time these were seen as more promising than Einstein's radical alternative."

## 8. Faktafeil

Blant de mange vitenskapshistoriske fakta og vurderinger som presenteres i AT, finnes også en lang rekke misvisende framstillinger og gale påstander. Jeg gir noen utvalgte eksempler.

- AT s. 63, 65, 239 og 343: Her hevder AT at ifølge Aristoteles skal ikke matematiske metoder benyttes i studiet av naturen. Derfor var det også for aristotelikerne på 15-1600 tallet meningsløst, nesten forbudt, å anvende matematikk i naturvitenskap. Galileo brøt disse reglene, og grunnla dermed fagfeltet matematisk fysikk. AT

skriver: “Innenfor det aristoteliske meningsklimaet (paradigmet) var det å bruke matematikk på naturen ansett for ikke å være relevant... Derfor forsøkte man ikke engang... matematikk hadde for aristotelikerne ikke noe med fysikk å gjøre... Det Galilei drev med fremstod (derfor) som direkte *meningsløst* for aristotelikerne. Det hadde simpelthen ikke noe med vitenskap å gjøre... Galileo brøt med det som de aristoteliske naturfilosofene mente var lovlig metodikk, da han kombinerte matematikk og fysikk... Galilei var den første til å kombinere matematikk og fysikk dvs. han grunnla fagfeltet matematisk fysikk.”

Men vitenskapshistorikerne støtter ikke en slik ensidig framstilling av forholdet mellom Aristoteles, aristotelikerne og Galileo. F.eks. avviser historikeren D. C. Lindberg tvert at Galileo grunnla matematisk fysikk ved å bryte ‘forbud’ som Aristoteles og aristotelikerne angivelig hadde gitt mot bruk av matematikk i naturvitenskap, slik AT hevder. Lindberg skriver i *The Beginnings of Western Science* ([82], s. 361, en bok oppgitt i AT, s. 420, som *kilde* for ATs framstilling!):

It is true that Aristotle clearly and frequently distinguished between mathematics and physics in various works... But he consistently *rejected* a prohibition against crossing the boundaries between physics and mathematics... Aristotle repeatedly and unapologetically applied mathematics to the physical world... [for instance] in analysis of motion, weight or power, astronomy, optics, dynamics... traditions adopted and extended by Copernicus, Galileo, Kepler, and many other early modern scientific practitioners... *Mathematical physics was certainly not an invention of the sixteenth or seventeenth century*” ([82], s. 361-362).

Tilsvarende, ifølge aristotelesforskeren J. G. Lennox er det ikke riktig at Aristoteles og aristotelikerne forbød matematikk i naturvitenskapen: “...[such] claims are demonstrably false about Aristotle himself and have the further effect of distorting Galileo’s relationship to various ancient and renaissance traditions in the philosophy of mathematics... The effect of this distortion has made it appear that Galileo’s philosophy of mathematics was radically at odds with Aristotle’s” ([80], s. 30). Historikeren P. Machamer legger vekt på at Galileo utnytter den vitenskapsteoretiske *tradisjonen* han er født inn i, en tradisjon som i stor grad bygger på Aristoteles’ begrep “subordination” eller “mixed sciences”: “Galileo is in the tradition of the mixed sciences, which is itself a tradition blending mathematics and physics... blending Platonic and Aristotelian elements, blending reason and observation. It is the tradition I shall argue Galileo takes on from the late 16th-century thinkers and which can be seen in all his works... ([19], s. 161). Så “There seems to be nothing in Galileo’s appeal in his new science to mathematical demonstration that Aristotle would not wholeheartedly endorse” ([80], s. 51). I et brev fra 1640 roser Galileo Aristoteles og skriver: “I am sure that, if Aristotle returned to the world, he would receive me among his followers” ([108], s. 28). Og historikeren M. Schemmel viser at “there is no principal difference between the attitudes of Galileo and his contemporaries towards Aristotle.” Galileos upubliserte avhandlinger “makes clear that Galileo shared with his contemporaries the adherence to essential assets of Aristotelian physics and that he did so for good reasons” ([24], s. 9).

Det angivelige forbudet mot bruk av matematikk i naturvitenskapen stammer

ifølge AT fra Aristoteles' *Metafysikk*, del A. I AT s. 63 gjengis Aristoteles slik (kilde for norsk oversettelse er ikke oppgitt i AT):

[Matematikk er] ikke påkrevd i alle sammenhenger, men bare i de tilfeller der tingen ikke har materie. Av den grunn hører den (matematiske metoden) ikke til naturvitenskapen, for naturen består alltid av materie.

Men ATs formulering “den matematiske metoden *hører ikke til naturvitenskapen*” finnes ikke i engelske oversettelser av *Metafysikk*. Der heter det “That is why this manner [mathematics] *is not that of the natural scientist*” ([10], s. 48), eller “Hence method [mathematics] *is not that of natural science*” ([11]). Så med dette utsagnet mener Aristoteles bare at matematikk og fysikk er ulike *metoder* for å studere objektene i naturen. Fysikken studerer de *fysiske* egenskapene til objektene. Matematikken studerer de *geometriske og aritmetiske* egenskapene ved tankemessig å *separere* (abstrahere) dem fra objektet. De geometriske og aritmetiske egenskapene er da uten materie og kan studeres ved matematiske metoder. En god framstilling og diskusjon av Aristoteles' syn på forholdet mellom matematikk og naturvitenskap finnes i [79]. Se også Lindberg [82], s. 82-83.

- AT Kap 2.1 - Kap. 2.3: Disse kapitlene tar opp sentrale temaer fra generell vitenskapsteori og metodelære: lov, hypotese, teori, hypotetisk-deduktiv metode, statistiske metoder, induksjon og deduksjon. Men framstillingen blir mangelfull og uklar, fordi begrepene ikke ikke gis en begripelig presis mening. F.eks., på side 210 forsøker AT å forklare forskjellen på *teori* og *hypotese*. AT skriver:

Teorier uttaler seg, basert på lover, altså om fenomener som har generell gyldighet for den delen av verden man er opptatt av. Hypoteser er (singulære) påstander som i samsvar med lover og teorier kan brukes til å forklare en spesiell (singulær) hendelse) eller observasjon (AT, s. 210).

Hva betyr dette? “.fenomener som har generell gyldighet..”? “Hypotese” er kun en “singulære påstand..”?

På s. 220 gjennomgås den såkalte *hypotetisk-deduktive metoden*: Hvis hypotesen  $H$  logisk impliserer prediksjonen  $P$ , og  $P$  stemmer med observasjoner, så er  $H$  styrket, sier AT: “Dette er en generell og nyttig regel” (AT, s. 221, 242). Men hva om en annen hypotese  $H'$  også impliserer den korrekte prediksjonen  $P$ , er  $H'$  også styrket? AT sier ingenting om de mange interessante vitenskapshistoriske kontroverser der forskere (med gode vitenskapelige argumenter!) har avvist  $H$ , selv om prediksjonen  $P$  er korrekt, f.eks. Youngs bruk av eterhypotesen i sin bølgeteori for lys ([3]) og Einsteins prediksjon av den fotoelektriske likning på grunnlag av sin kvantehypotese ([63]). Se også aller siste avsnitt i del 7. ovenfor.

- Det er synd at AT aldri tar opp bruken av *matematiske modeller* i naturvitenskap. (AT bruker *modell* kun i betydningen “modell for å hjelpe tanken å forestille seg teorien,” f.eks. planetmodellen av Bohrs atomteori (AT, s.213).) Kanskje derfor presenteres misforståelser som denne: “Å fremlegge bevis er både mulig og vanlig i matematikk, men umulig i fysikk” (AT, s. 223). AT mener derfor Euler var “litt naiv” siden han “opphøyde Newtons bevegelseslov til *teorem*” og avsluttet sitt bevis

med Q. E. D. (i *Mechanica*, 1736), dvs “han betraktet visse fysiske lover som absolutt sanne.” Også Poincare blir omtalt som “noe naiv” fordi han mente Newtons fysikk var “bevist” (AT, s. 143). Men Eulers *Mechanica* har jo form som matematiske modeller av bevegelse under ulike betingelser, med presise definisjoner og postulatene som grunnlag for ren logisk/matematisk deduksjon av Corollarer og Teoremer. Postulatene ble oppfattet som selvinnlysende fysiske fakta, eller begrunnet med eksperimenter, og teoremene som absolutt sikker kunnskap om naturen, et kunnskapssyn som varte til ut på slutten av 1700-tallet ([54], s. 1-13). Newton og Galileo brukte samme metode. I *Dialogues Concerning Two New Sciences* (1638) skriver Galileo i kapitlet *Tredje dag*: “It has been *observed* that missiles and projectiles describe a curved path of some sort; however no one has pointed out the fact that this path is a parabola. But this and other facts, not few in number or less worth knowing, I have succeeded in *proving*.” På grunnlag av definisjoner og aksiomer gir han så matematiske beviser for sine påstander og avslutter med Q. E. D.

- AT avsnitt 2.3, s. 278-289 inneholder en lang, negativ omtale av det AT kaller “den statistiske metoden” i teoribyggingen. AT klargjør ikke hva som legges i “den statistiske metoden”, men hevder for eksempel:
  - “Statistikerer jobber med konkrete eksempler... Den statistiske måten å jobbe på kan ifølge sin natur aldri føre til en teori som gjør seg uavhengig av (de mange) eksemplene.”
  - “Statistiske relasjoner er relasjoner mellom *eksempler*, ikke mellom rene fenomener, slik tilfeller er i lover og teorier... Fenomenrelasjoner må tenkes ut, abstraheres, og dette kan man ikke gjøre innenfor den statistiske metoden.”
  - “...statistisk etablerte korrelasjoner kan aldri få status som teori. De er sannsynlighetshypoteser. De beskriver nemlig bare det som allerede er observert, dvs. eksemplene. De kan altså få status som hypoteser. De gjelder imidlertid (derfor) bare for konkrete tilfeller og er avgrenset til det datagrunnlaget de er etablert for (AT, s. 213).”
  - “I den statistiske måten å jobbe på søker man å samle stadig mer data for å øke datagrunnlaget for de statistiske beregningene.”
  - “Statistiske hypoteser om naturen kan bare brukes hvis man kjenner til de eksemplene (i tid og rom) fra fortiden som hypotesen bygger på, fordi hypotesen *bare er gyldig for det datasettet den er etablert på.* ”
  - “Den statistiske metoden egner seg ikke til å se nye muligheter, her i betydningen ‘tilfeller som ikke allerede er observert’, fordi den krever data fra noe den skal uttale noe om...”
  - “Jobber man på den statistiske måten, vil man alltid være på etterskudd med hensyn på det nye.”

Dette er uklare eller misvisende påstander. Statistisk analyse av store datamengder er jo avgjørende for å kunne sette opp realistiske statistiske modeller (generelle hypoteser, teorier) for de prosessene som produserer slike data (Markovkjeder, stokastiske differensiallikninger,..). Dette synes faktisk AT selv å være enig i: på side 285 sier AT: “... nå må det innrømmes at *noe* i den fysiske teorien om naturen er

basert på statistiske metoder.” Som eksempler på slike teorier nevnes kinetisk gasteori, kvantemekanikk, termodynamikk og browniske bevegelser. Dermed har AT selv falsifisert sine påstander om at statistiske metoder ikke er relevante i vitenskapelig teoribygging.

- På sidene 251 - 261 omtaler AT “Spinozas symmetriske årsak-virkning-relasjon” og dens anvendelse i naturvitenskap. AT hevder forskerne kunne fått ny innsikt i naturen tidligere enn det som har vært tilfelle, og “uten å slite så mye”, ved å bruke denne årsaksrelasjonen. Jeg mener ATs framstilling her må bero på elementære logiske feilslutninger.

I) ATs framstilling er systematisk tvetydig, men følgende er en mulig presisering av hva AT hevder. La oss først anta vi har avklart hvordan den *tradisjonelle* årsak-virkning-relasjonen “A er årsak til B” brukes i moderne naturvitenskap. AT innfører så et nytt “symmetrisk” årsaksbegrep inspirert av Spinoza:

Vi sier at A er årsak til B i *symmetrisk forstand* hvis A er årsak til B i tradisjonell forstand, og A samtidig har egenskapen B.

(Dette er den definisjonen av det symmetriske årsaksbegrepet AT bruker i alle sine konkrete *eksempler*, men AT gir også andre definisjoner.) Det er opplagt riktig at

(A er årsak til B i symmetrisk forstand  $\implies$  A årsak til B i tradisjonell forstand), men det omvendte er *ikke* riktig: F.eks., la A := et statisk felt og B := bevegelse av et objekt. Da vet vi at A er årsak til B i tradisjonell forstand; men det statiske feltet har ikke egenskapen “bevegelse”, dvs. A har ikke egenskapen B, så A er ikke årsak til B i symmetrisk forstand.

AT gir en lang rekke eksempler på at et fenomen A kan forårsake et fenomen B i symmetrisk forstand. F.eks.: Vi vet at A := lys kan “sparke løs” B = partikler (dvs. elektroner), så A er årsak til B i tradisjonell forstand. Men Einstein viste at lyset har egenskapen partikkel (Einsteins lyskvantum 1905). Så i dette tilfellet kan vi også si at lys er årsaken til partikler i *symmetrisk forstand*.

AT hevder nå at vi kunne oppnådd Einsteins resultat “lyset har egenskapen partikkel” *rent formelt*, ved følgende argumentasjon: “(1) Først, det er et velkjent eksperimentelt faktum at lys (A) kan forårsake partikler (B) (i tradisjonell forstand). (2) Da vil lys også forårsake partikler i symmetrisk forstand. (3) Følgelig, pr. def. av det symmetrisk årsaksbegrep, må lys da ha en partikkelnatur.” QED. Men som vi kommenterte ovenfor, det er jo ikke riktig at (1) impliserer (2). ATs argumentasjon holder altså ikke.

Det er samme argumentasjon AT benytter i sine øvrige eksempler:

- ...siden strøm kan påvirke magneter, *følger det* fra det symmetrisk årsaksbegrep at strøm må ha egenskapen magnet.
- ...fordi elektriske partikler som beveger seg, gir opphav til bølger, *må* i følge det symmetriske årsaksbegrep slike elektrisk ladde partikler ha egenskapen bølge.
- ...hvis f.eks en kule får en annen kule til å bevege seg, *må* den første kula ha egenskapen bevegelse.

- ... materie (kan) gå over til energi. Vi vet at energi er bevegelse. Da *må*, i følge det symmetriske årsaksbegrep ... materien ha egenskapen bevegelse...
- ... fordi bevegelse (forårsaket av boring) kunne gi opphav til varme, *må* varme være bevegelse.
- ...masse/energi kan påvirke rommet (Einstein), så rommet *må* gi opphavs til masse (superstrengteorien).
- ...fordi lys kunne “sparke løs” elektroner (partikler), *måtte* lyset som var årsak til dette, ha en partikkel-egenskap (Einsteins lyskvantumhypotese).

Dette er opplagte feilslutninger: I alle eksemplene er premissen av form ‘A er årsak til B’ (i tradisjonell forstand). AT påstår så at da *må* også ‘A er årsak til B’ i *symmetrisk forstand*, men denne implikasjonen er jo gal.

II) En mye svakere tolking av AT er at den kun ønsker å vise fram en lang rekke *eksempler* på fenomener A, B der A forårsaker B i symmetrisk forstand. F.eks. skriver AT: ‘A, B, *oppfyller* Spinozas krav til symmetri’; ‘her er den symmetriske kausaliteten *oppfylt*’; ‘det *er* også en symmetrisk årsak-virkning-egenskap i forholdet mellom elektrisk strøm og forholdet mellom kjemiske reaksjoner,’ osv. Men det finnes i naturvitenskapen også mange eksempler på fenomener der et symmetrisk årsak-virkningforhold *ikke* gjelder. Hvorfor gir AT ingen eksempler på *slike* fenomener?

III) AT bygger altså sin framstilling på at han *tolker* Spinozas årsaksbegrep som *symmetrisk*. Men innen Spinozaforskningen synes det å være en omfattende enighet om hvordan Spinozas årsaksbegrep skal forstås: Spinoza oppfatter nemlig årsaksmessig nødvendighet som ekvivalent med *logisk* nødvendighet. F. eks sier J. Hartnack ([50], s. 106) :

“En av de viktigste ting for forståelsen av Spinoza er å fatte hans identifikasjon av naturens årsak-virkning - forhold med de *logiske* avledningsforhold.

A. Næss omtaler også Spinozas “identifisering .. av beviskjeder og årsakskjeder ..” ([94], s. 113). Endelig, i innledning til *Etikk* sier C. H. Koch ([58], s. xx) :

Hermed har Spinoza ..... identifisert årsak-virknings - relasjoner med den relasjon som består mellom premisser og konklusjon i en holdbar logisk utledning ..

Derfor er Spinozas årsaksbegrep ikke symmetrisk, siden “logisk implikasjon” opplagt ikke er det.

IV) En mulig forklaring på at AT tolker Spinozas årsaksbegrep som symmetrisk, er følgende: AT gir først en korrekt beskrivelse av Spinozas begrep: “Spinoza sier at noen av de egenskapene som virkningen har, også må være egenskaper som på en eller annen (ikke nødvendigvis lett erkjennbar måte) måte finnes i årsaken” (AT, s. 254). Dette utsagnet er ekvivalent med Spinozas Læresetning 3 i *Etikk*: Av ting som ikke har noe felles med hverandre, kan den ene ikke være årsak til den andre,

eller ekvivalent: Hvis A er årsak til B, så må A og B ha noe felles. AT synes så *feilaktig* å oppfatte denne siste formuleringen som en *definisjon* av relasjonen “A er årsak til B”, og dermed er det jo klart vi får “introdusert en symmetriegenskap i årsak-virkning-relasjonen” (AT, s. 254).

- AT gir gjennomgående en svært ensidig framstilling av forholdet mellom teori og eksperiment i naturvitenskapen. AT sier s. 130 og s. 402:

“Hvorfor får man ikke høre [i lærebøkene] at så å si alle eksperimenter er utført for å teste en teori, ikke for å lage en? *Oppfatningen om at det er eksperimentene som fører til nye teorier, er dessverre et syn på teorier som også dominerer i lærebøker* (min utheving, M.D.)...man tar utgangspunkt i eksperimenter og utleder teorien (noe som er å snu den egentlige prosessen på hodet)... Å utføre eksperimenter er noe man gjør... etter man har en problemstilling, dvs. en teori/oppfatning om et eller annet. ... man har faktisk en teori med seg når man setter opp eksperimentet.”

ATs påstand er altså at *et eksperiment er meningsfullt kun hvis en hypotese eller (ferdig) teori er under testing*. Men vitenskapshistorien viser at denne påstanden er gal: Ofte utføres systematisk eksperimentering og utforskning av et nytt fenomen uten at noen generelle hypoteser om fenomenet er formulert. Einstein skrev om superledning i 1922: “We are far from able to compose a theory out of these vague ideas [on superconductivity]. We can only rely on experiments” ([63], s. 86). Fysikeren Brewster (1781 - 1868) oppdaget eksperimentelt en rekke fundamentale lover om hvordan lys oppfører seg, uten å ha noen teorier å teste. I 1965 fant radioastronomene A. Penzias og R. W. Wilson den uniforme bakgrunnsstrålingen uten at noen teori hadde forutsagt den ([48]). Partiklene *muon* og *positron* ble påvist helt uavhengig av noen teori som forutsa hvilke partikler som skulle eksistere eller ikke ([63], s. 196)).

Generelt, eksperimentene har mange ulike funksjoner i vitenskapen, i tillegg til å teste teorier. Omfattende vitenskapshistorisk forskning de siste 20-30 år viser hvordan eksperimentet ofte har et “life of its own” ([48]). Fysikeren A. Franklin sier i Stanford Encyclopedia ([42]):

Experiment plays many roles in science. One of its important roles is to test theories and to provide the basis for scientific knowledge. It can also call for a new theory, either by showing that an accepted theory is incorrect, or by exhibiting a new phenomenon that is in need of explanation. Experiment can provide hints toward the structure or mathematical form of a theory and it can provide evidence for the existence of the entities involved in our theories. Finally, it may also have a life of its own, *independent of theory*. Scientists may investigate a phenomenon just because it looks interesting, [independent of any theoretical considerations]. Such experiments may provide evidence for a future theory to explain. A single experiment may play several of these roles at once.

En lang rekke eksempler på *samspeillet* mellom teori og eksperiment finnes i H. Kraghs vitenskapshistorie [63], i *Representing and Intervening* av I. Hacking [48],

i E. E. Harris' bok *Hypotesis and Perception* [49], og i R. Nydals *Introduksjon til vitenskapsfilosofi etter Kuhn* ([93]). Vitenskapshistorikeren Stephen G. Brush sier i [23]:

Does new scientific knowledge come from theory... or from experiment?  
Either can happen, depending on whether theory is ahead of experiment  
or experiment is ahead of theory at a particular time.

Fysikeren S. Weinberg sier i *Dreams of a final theory*:

...one can go through the history of important experiments in physics  
and find many varied roles played by these experiments and very many  
different ways that theory and experiment have interacted ([116], s.  
101).

Ifølge AT var Einstein en forsker som nettopp ikke brukte fakta/eksperimenter for å *konstruere* en teori, men for å *teste* teorien: "Einstein var den type forsker som søkte etter prinsipper og ikke etter nøyaktige fakta. Fakta kom for Einstein etterpå - for å sjekke prinsippene" (AT, s. 131). Men AT nevner ikke at Einstein også var en mester i å utlede teoretisk innsikt fra presise målinger. For eksempel, Einsteins strategi for å framsette teorien for bølge-partikkel dualitet (1909) var å anta at Plancks *empiriske* formel for svartlegemestråling var korrekt, og så utlede egenskaper for stråling fra denne formelen ([92], s. 12).

- AT s. 219 uttaler seg om *hypoteser* og *bevis* i matematikk:

"... ny kunnskap i matematikk oppstår ved at noen gjetter seg til en løsning - en *hypotese*. Under denne fasen forsøker man å støtte seg på plausible resonnementer. På den måten rimeliggjør man det man har kommet fram til. Etter at hypotesen er på plass, starter den stringente bevisføringen. Dette er en ren logisk-deduktiv aktivitet der det foreligger regler som må følges..."

Men dette er så misvisende som det kan bli. Å gi et bevis for en matematisk hypotese eller *formodning* krever den aller største matematiske kreativitet, innsikt og kunnskap, og er svært langt fra en ren "deduktiv aktivitet". Antagelig blander AT sammen den formelle *definisjonen* av begrepet 'bevis' for en påstand (en sammenhengende logisk deduksjonskjede fra aksiomene til påstanden), og aktiviteten å *finne* et bevis for påstanden.

Noen flere matematiske misforståelser:

AT, s. 47: "...jesuittpresten Girolamo viste i en avhandling fra 1733 at man kunne etablere ikke-euklidisk matematikk uten at det ble selvmotsigelser!" Dette er ikke riktig: Det Girolamo Saccheri ville gjøre, var å vise, en gang for alle ("Euclid cleared of every flaw" var titelen på avhandlingen), at ikke-euklidisk geometri *ikke* er mulig, ved å vise at negasjonen av parallellpostulatet sammen med de øvrige fire aksiomene fører til en selvmotsigelse. Det er uklart om han trodde på sitt eget bevis!

Det er en rekke feil og misforståelser i omtalen av Gødels ufullstendighetsteorem s. 265-266.

Det er flere misforståelser i omtalen av euklidisk og ikke-euklidisk geometri s. 47 og s. 265.

AT, s. 327: “..fra og med Descartes kunne et punkt  $(a, b)$  betraktes som en *gruppe* av rene tall (som senere, gjennom arbeidet til Galois og Lie, ble til gruppeteorien)..”

AT, s. 48. “...Abels sendte sitt så kjente bevis for at man ikke kunne finne en løsning på femtegradslikninger...Abel viste (julen 1823) at det *ikke* kunne finnes en løsning [på femtegradslikninger].” Men poenget er at løsningene av den generelle femtegradslikningen ikke kan uttrykkes ved *rottegn*.

- På side 303 omtaler AT filosofen Hegel og hans “hegelianske dialektikk” eller “hegelianske logikk”. AT sier: “Den hegelianske dialektikken er ikke ment som en logikk på siden av den vi er vant til, dvs. den (aristoteliske) logikken, som stiller krav til fravær av motsigelser. Den hegelianske logikken er ifølge Hegel en *overordnet* logikk, dvs. en logikk som overskrider den aristoteliske og derfor *erstatte* den.” Siden hegeliansk logikk “ikke stiller krav til fravær av motsigelser,” er det “ikke mulig å drive naturvitenskapelig forskning med et slikt utgangspunkt,” i følge AT.

Men det AT her påstår om hegeliansk logikk, er galt. Hegelkjenneren Ånund Haga sier ([17], s. 355):

... det er klårt at den [hegelianske] logikken har lite å gjere med det som vi i dag kallar logikk...Endå både Kant og Hegel skil dette slag logikk frå det som dei kallar allmenn eller formal logikk, og som helst ville svara til det vi i dag kallar for logikk, er han ikkje tenkt som ein rivaliserande disiplin til *den* logikken. Det er såleis ikkje den allmenne eller formale logikken som skal avløysast av den [hegelianske] logikken. Det som i røynda skal avløysast, er derimot metafysikken.

I boka *The Hegel Myths and Legends* [112] understrekes det samme:

Hegel’s [logic] is by no means a “denial” of any principle of the common logic... The Hegelian logic is not a competitor of the common logic - not some grandiose “alternative logic” - ([112], s. 272, 281).

- På side 241 omtaler AT vitenskapsfilosofen Paul Feuerabend. En av Feuerabends sentrale påstander er at for *enhver* vitenskapelig metodisk regel finnes det situasjoner der forskeren bør overse regelen eller bryte den. Han forkaster altså ideen om at det finnes universelle metodiske regler som alltid har blitt eller må følges av forskere. Feuerabend argumenterer spesielt for at i visse situasjoner må forskerne konstruere og akseptere teorier som klart *motsier* fakta og observasjoner ([2], s. 355). Derfor er det galt når AT påstår at “Når det gjelder kravet [regelen] om at teoriene skal korrespondere med fakta/observasjoner, var Feuerabend på linje med de fleste.” Men Feuerabend hevder *ikke*, slik AT antyder, at forskeren som vil bidra med noe nytt, *må* bryte aksepterte metodiske regler og skape sine egne.
- AT s. 231 - 235: Her hevder AT at legen William Harvey (1578 - 1657) innførte begrepet *kapillære blodårer* ved en “spontan vekst i konsepter,” og at dette var en nødvendig forutsetning for at han kunne fullføre sin teori om blodets sirkulasjon (*De motu cordis*, 1628). AT skriver: “[Harvey] introduserte ideen om at venene og

arteriene var forbundne med blodårer, men at de var så små at man ikke kunne observere dem...Han introduserte blodårer 'ingen kunne se'. Slik fikk han blodet til å sirkulere rundt i kroppen... Harvey fikk orden på det sirkulære blodomløpet ved å anta eksistensen av usynlige kapillære blodårer. Ideen om kapillære årer var antakelser man måtte innføre for å kunne konstruere en teori om gjenbruk av blodet...Hans ide (eksistensen av kapillære årer) fungerte som en antagelsesteori.”

Men denne framstillingen må bygge på kilder som ikke har studert *De motu cordis*. I følge analysen av Harveys skrifter utført av vitenskapshistorikerne Y. Elkana og J. Goodfield ([38]) finnes det ingen utsagn hos Harvey der han antar eller postulerer eksistens av kapillære årer, tvert imot: “[Harvey] denied their existence on several grounds... If *capillaries* imply any kind of anastomosis or network, then it is a misrepresentation to assert that Harvey postulated them, in any sense whatever” ([38], s. 72). Harveys syn var at “the tissue of the legs and body is porous, like a sponge, and that blood percolates through it” ([8], s. 94). På den måten var det enklere å forstå hvordan “the heat and nutritive substances carried in the blood reach the flesh where they are required” ([38], s. 67). Harvey konkluderte med at blodet må sirkulere, basert på eksperimenter og logisk resonnement, men uten at det var nødvendig å kjenne “mekanismen” for blodtransport mellom arterier og vener ([49], s. 139). Se også D. Allchins framstilling i [7].

Ifølge AT oppstod begrepet *kapillære årer* ikke basert på observasjoner eller eksperimenter, men “*spontant*”, i hodet på en person med “*det rette kreative talentet*” (AT, s. 234-235). Dette er en del av det tradisjonelle, *romantiske* synet på kreativitet AT bygger på ([106]):

Kreative personer arbeider alene (se avsnitt 4. ovenfor);

Å vite for mye skader kreativiteten (AT s. 119; “lærd vs. innsiktsfull” AT, s. 316);

Bryt alle regler! (AT s. 239-241);

Unngå logikk og kritisk tenking! (AT, s. 237, 398);

Kreativiteten er spontan (AT s. 208, 234).

Men AT nevner ingen resultater fra de senere års omfattende empiriske forskning om vitenskapelig kreativitet (se f. eks. [120], [111]).

- Ifølge AT, s. 276, forble kjemikeren Joseph Priestley så helhjertet plogistonianer, også etter at plogistonteorien var forlatt av de fleste kjemikere, at han skrev i sin siste bok: “Det har vært få, om noen, revolusjoner i vitenskap, så stor, så plutselig og så generell .. som [plogistonteorien].” Men AT gjengir Priestly galt: det Priestley her omtaler som en revolusjon i vitenskapen, er ikke plogistonteorien, men tvert imot Lavoisiers *nye oksygenteori* (“anti-plogistonteorien”)! Det korrekte utsagnet i Priestlys bok lyder :“There have been few, if any, revolutions in science so great, so sudden, and so general, as the prevalence of what is now usually termed *the new system of chemistry*, or that of the *anti-phlogistians*, over the doctrine of [the phlogistians].” ([28]).
- AT s. 192: “(lys)partiklene ble kalt fotoner først i 1928, da Compton introduserte dette ordet.” Nei, det var fysikeren Gilbert N. Lewis som først foreslo ordet *foton* i

1926. Gilbert skriver til Nature magazine, Vol. 118, Part 2, 18/12 1926, s. 874-875: "I therefore take the liberty of proposing for this hypothetical new atom, which is not light but plays an essential part in every process of radiation, the name photon."

- For å forklare bakgrunnen for at Mendels resultater ble "oversett", sier AT s. 39: "Det var kun én referanse til Mendel i løpet av 1900 - tallet. Og den var feilaktig." Men V. Orels Mendelbiografi [95] og A. Brannigans bok [22] diskuterer minst tolv uavhengige, korrekte referanser til Mendels berømte artikkel *Experiments in Plant Hybridization* (1866) i denne perioden.
- En rekke andre av ATs forskerbiografier er tendensiøse, og inneholder feil og mangler, f.eks. om Thomas Young (s. 26), Charles Darwin (s. 32-33), Rosalind Franklin (s. 54), John Herapath (s. 98), I. P. Semmelweiss (s.166-167), A.-L. Lavoisier (s. 276-277).

## 9. Konklusjon

- Artikkelen drøfter noen særlig problematiske sider ved boka *Annerledestenkerne* av P. A. Bjørkum (AT, 2009), men artikkelen er ikke en generell *anmeldelse* av boka.
- AT gir en misvisende framstilling av Thomas Kuhns vitenskapsfilosofi. Dette gjelder særlig Kuhns fundamentale begreper paradigme, normalforskning, anomali, krise og paradigmeskifte.
- Vitenskapshistoriene og forskerbiografiene i AT inneholder en lang rekke faktiske feil og myter, og er ofte *tendensiøse*.
- AT benytter ikke noe av den omfattende vitenskapshistoriske forskning om vitenskapens dynamikk og paradigmeskifter som er publisert de siste tiår: Studier av vitenskapelig praksis, av vitenskapelige kontroverser, resepsjonsstudier, og revisjon av tidligere biografier og mytiske framstillinger. F.eks., nevner ikke AT den oppdaterte, autoritative *Dictionary of Scientific Biography* (1970 - 1990) (som stadig publiserer supplerende bind).
- En av ATs generelle teser er at *forskere som kommer med noe genuint nytt, oftest blir utsatt for sterkt sosialt press og utstøtelse*. Men en rekke av historiene AT gir for å underbygge tesen, er selektive, tendensiøse eller feilaktige.

## Referanser

- [1] Abiko, S. 2005. Einstein and Quantum Theory. I M. M. Capria (utg.), *Physics before and after Einstein*. IOS Press.
- [2] Achinstein, P. 2004. (ed.) *Science Rules. A Historical Introduction to Scientific Methods*. Johns Hopkins University Press.
- [3] Achinstein, P. 1991. *Particles and Waves*. Oxford University Press.
- [4] Allchin, D. 2003. Scientific Myth-Conceptions. *Science and Education*, 87: 329-351.
- [5] Allchin, D. 2003. Lawson's shoehorn, or should philosophy of science be rated 'X'? *Science and Education* 12: s. 315-329.
- [6] Allchin, D. 2004. Pseudohistory and Pseudoscience. *Science and Education* 13: s. 179-195.
- [7] Allchin, D. 2005. William Harvey and Capillaries. *The American Biology Teacher*, Vol. 67, No. 1, Januar.
- [8] Allchin, D. 2006. Why Respect for History - and Historical Error - Matters. *Science and Education*, 15: s. 91-111.
- [9] Appleyard, R. 1930. Pioneers of electrical communication : Georg Simon Ohm. *European Engineering Department*, ISEC.
- [10] Aristoteles. *Metaphysics*. Penguin Classics 1998.
- [11] Aristoteles. *Metaphysics*. R. B. Jones (ed.) 2012.
- [12] Aschim, G. 1996. Kuhns paradigmer på norsk. Kommentar, bladet "Forskning" nr 7.
- [13] Barber, B. 1961. Resistance by Scientists to Scientific Discovery. *Science* Vol. 134.
- [14] Baurneind, von, C. M. 1882. Gedachtnisrede auf Georg Simon Ohm, der Physiker. Munchen 1882.
- [15] Beller, M. 1999. *Quantum Dialogue*. The University of Chicago Press.
- [16] Berg Eriksen, T. (red.) 1993. *Vestens Tenkere 3*. Aschehoug.
- [17] Berg Eriksen, T. (red.) 1993. *Vestens Tenkere 2*. Aschehoug.

- [18] Bjørkum, P. A. 2009. *Annerledestenkerne*. Universitetsforlaget. Kalt AT.
- [19] Butts, R. E. og Pitts, J. C. (ed.), 1978. *New Perspectives on Galileo*. Springer.
- [20] Boerner, R. 2003. Suppression in Science. *www.world – mysteries.com/sci\_supr.htm*
- [21] Brad Wray, K. 2011. *Kuhn's evolutionary social epistemology*. Cambridge University Press.
- [22] Brannigan, A. 1981. *The social basis of scientific discoveries*. Cambridge University Press.
- [23] Brush, S. G. 2010. Theory and Experiment in the Quantum-Relativity revolution. *Lecture at American Physical Society Meeting 14-02-2010*.
- [24] Buttner, J. et .al. 2002. Galileo and the Shared Knowledge of his Time. Preprint 228. Max Planck Institut for the History of Science.
- [25] Caneva, K. L. 1978. From Galvanism to Electrodynamics: The Transformation of German Physics and Its Social Context. *Historical Studies in the Physical Sciences*, 9: s. 63-159.
- [26] Catholic Encyclopedia, The : Joseph von Fraunhofer. *http : //www.catholic.org/encyclopedia/*
- [27] Chalmers, A.F. 1999. *What is this thing called science*. 3. utgave. Open University Press.
- [28] Chang, H. 2010. The Hidden History of Phlogiston. *International Journal for Philosophy of Chemistry*, 16, No. 2.
- [29] Cohen, I. B. 1985. *Revolution in science*. Harvard University Press.
- [30] Crombie, A. C. 1953. *Robert Grosseteste and the origins of experimental science 1100-1700*. Oxford. Clarendon press. Nytt opplag 1970.
- [31] Darrigol, O. 2000. *Electrodynamics from Ampere to Einstein*. Oxford University Press.
- [32] Darrigol, O. 2000. The historians' disagreements over the meaning of Planck's quantum. Preprint 150. Max-Planck-institute for the history of science.

- [33] Darwin Correspondence Project Database. <http://www.darwinproject.ac.uk/darwins-letters>. Se spesielt *The correspondence of Charles Darwin, vol. 7: 1858 – 1859*.
- [34] Dictionary of scientific biography. 1981. C. C. Gillispie (ed.) Ohm, Georg Simon; Bind XII, s. 186.
- [35] Dongen, J. v. 2005. Reactionaries and Einstein's Fame: "German Scientists for the Preservation of Pure Science," Relativity, and the Bad Nauheim Meeting. Einstein Papers Project, California Institute of Technology, Institute for History and Foundations of Science, Utrecht University, the Netherlands.
- [36] Einstein, A. 1905. 'Über eine die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt. *Ann. d. Phys.*, 17: s. 132-148.
- [37] Einstein, A. 1906. Zur Theorie der Lichterzeugung und Lichtabsorption. *Ann. d. Phys.*, 20 (4), s. 199-206.
- [38] Elkana, Y. og Goodfield, J. 1968. Harvey and the problem of the "capillaries." *Isis*, 59, s. 61-73.
- [39] Elzinga, A. 2006. *Einstein's Nobel Prize*. Watson Publishing.
- [40] Elzinga, A. 1995. *Einstein in the land of Nobel*. Boston Studies in the Philosophy of Science, Vol. 163, s. 73-163.
- [41] Enebakk, V. 2008. *Vitenskapsstudier. Historie, teori, kritikk*. Unipub, Oslo.
- [42] Franklin, A. 2012. Experiments in Physics. [http : //plato.stanford.edu/entries/physics – experiment/](http://plato.stanford.edu/entries/physics-experiment/)
- [43] Friedman, R. M. 2005. Einstein and the Nobel Committee: Authority vs. Expertise. *Europhysics news* July/August.
- [44] Følving, A. 1996. *Albert Einstein, en biografi*. Bokforlaget Nya Doxa.
- [45] Gearhart, C. A. 2002. Planck, the Quantum, and the Historians. *Physics in Perspective* 4 (2002), s. 170–215.
- [46] Goenner, H. 1993. The Reaction to Relativity Theory I: The Anti-Einstein campaign in Germany in 1920. I Beller, M., Cohen, R. S., Renn, J. (eds.): *Einstein in context*. Cambridge University Press.

- [47] Gutting, G. 1980. *Paradigms and Revolutions*. Notre Dame.
- [48] Hacking, I. 1983. *Representing and Intervening*. Cambridge University Press.
- [49] Harris, E. E. 1970. *Hypothesis and Perception*. New York, Humanities Press Inc.
- [50] Hartnack, J. 1970. *Filosofiske problemer*. Dansk Gyldendal.
- [51] Hon, G. og Goldstein, B. R. 2005. How Einstein Made Asymmetry Disappear: Symmetry and Relativity in 1905. *Arch. Hist. Exact Sci.* 59 (2005), s. 437-544.
- [52] Hoyningen-Huene, P. 1993. *Reconstructing scientific revolutions. Thomas Kuhn's philosophy of science*. Chicago University Press.
- [53] Hoyningen-Huene, P. 2008. Thomas Kuhn and the chemical revolution. *Found Chem* 10: 101-115.
- [54] Hoyningen-Huene, P. 2013. *Systematicity. The Nature of Science*. Oxford University Press.
- [55] Isaacsons, W. 2007. *Einstein, his Life and Universe*. Simon and Schuster.
- [56] Jungnickel, C. og McCormach, R. 1986. *Intellectual Mastery of Nature. Volume 1*. University of Chicago Press.
- [57] Kampourakis, K. 2013. Mendel and the Path to Genetics: Portraying Science as a Social Process. *Science and Education* 22: s. 293-324.
- [58] Koch, C. H. 1996. *Innledning til Spinozas Etikk*. Munksgaard · Rosinante.
- [59] Kostro, L. 2000. *Einstein and the ether*. Apeiron Montreal.
- [60] Kragh, H. 1987. *An introduction to the historiography of science*. Cambridge University Press.
- [61] Kragh, H. 1992. *A sense of History: History of Science and the Teaching of Introductory Quantum Theory*. *Science and Education* 1, s. 349-363.
- [62] Kragh, H. 1992. *Niels Bohr and the quantum atom*. Oxford University Press.

- [63] Kragh, H. 1999. *Quantum Generations*. Princeton University Press.
- [64] Kragh, H. 2000. Max Planck: the reluctant revolutionary. *Physics World*, December.
- [65] Kuhn, T. 1957. *The Copernican Revolution*. Harvard University Press.
- [66] Kuhn, T. 1963. The Function of Dogma in Scientific Research. I A. C. Crombie (ed.) *Scientific Change*, London, Heinemann. s. 347-369.
- [67] Kuhn, T. og Heilbron, J. L. 1969. The genesis of the Bohr atom. *Historical Studies in the Physical Sciences* 1: s. 211-90.
- [68] Kuhn, T. 1970. *The Structure of Scientific Revolutions*. 2nd enlarged ed. Chicago: University of Chicago Press.
- [69] Kuhn, T. 1970. Reflections on my critics. I [78], s. 231-278.
- [70] Kuhn, T. 1970. Logic of Discovery or Psychology of Research? I [78].
- [71] Kuhn, T. 1970. Reflexions on my Critics. I [78].
- [72] Kuhn, T. 1970. Notes on Lakatos. I *Boston studies in the Philosophy of science*. Vol. 8.
- [73] Kuhn, T. 1977. *The Essential Tension*. University of Chicago Press.
- [74] Kuhn, T. 1977. Objectivity, value judgment and theory choice. I [73], s. 320-339.
- [75] Kuhn, T. 1978. *Black-body theory and the quantum discontinuity, 1894-1912*. Chicago: The University of Chicago Press.
- [76] Kuhn, T. 1996. Vitenskapelige revolusjoners struktur. Oslo, Spartacus.
- [77] Kuhn, T. 2000. *The Road Since Structure*. J. Conant, J. Haugeland (eds.) Chicago: University of Chicago Press.
- [78] Lakatos, I. and Musgrave, A. (eds.) 1970. *Criticism and the growth of knowledge*. Cambridge University Press.
- [79] Lear, J. 1982. Aristotle's Philosophy of mathematics. *Philosophical Review* 91, s. 161 - 91.
- [80] Lennox, J. G. 1986. Aristotle, Galileo and Mixed Sciences. I *Reinterpreting Galileo*. ed. W. A. Wallace. Washington D.C.: Catholic University of America Press.

- [81] Levine, A. 1999. T. S. Kuhn's 'non'-revolution. *New York Review of Books*, 18/2 - 1999.
- [82] Lindberg, D. L. 2007. *The Beginnings of Western Science*. The University of Chicago Press.
- [83] Loudon, I. 1992. *Death in Childbed*. Clarendon Press, Oxford.
- [84] Loudon, I. 2000. *The Tragedy of Childbed Fever*. Oxford University Press.
- [85] Lugg, A. 1980. Theory choice and resistance to change. *Philosophy of Science*, Vol. 47, 2, s. 227-243.
- [86] Martin, B. 1993. Newsweek, 26 April, s. 49-50.
- [87] Martins, R. A. 2005. Mechanics and Electromechanics in the Late Nineteenth century: The Dynamics of Maxwell's Ether. *Physics before and After Einstein*. IOS Press.
- [88] John Murray Archive, National Library of Scotland. [http : //digital.nls.uk/jma/](http://digital.nls.uk/jma/)
- [89] Nettbokhandel.  
www.bokklubben.no/SamboWeb/produkt.do?produktId=133608
- [90] Niaz, N. et. al. 2010. Reconstruction of the theory of the photoelectric effect and its implications for general physics textbooks. *Science studies and Science education* : 1471 - 2010.
- [91] Nickles, T. (ed.) 2002. *Thomas Kuhn*. Cambridge University Press.
- [92] Norton, J. 1993. The Determination of Theory by Evidence: The Case for Quantum Discontinuity 1900-1915. *Synthese*, 97 , s. 1-31.
- [93] Nydal, R. 2002. *I vitenskapens tid. Introduksjon til vitenskapsfilosofi etter Kuhn*. Spartacus.
- [94] Næss, A. 1962. *Filosofiens historie*. Universitetsforlaget.
- [95] Orel, V. 1996. *Gregor Mendel: The first geneticist*. Oxford University Press.
- [96] Pais, A. 1982. *Subtle is the Lord : The science and life of Albert Einstein*. Oxford University Press.

- [97] Planck, M. 1900. Zur Theorie des Gesetzes der Energieverteilung im Normalspectrum. *Annalen der Physik*, Vol. 4, 1901. Presentert 14/12 - 1900.
- [98] Pohl, G. F. 1828. *Jahrbucher fur wissenschaftliche Kritik*, No. 11 - 14.
- [99] Popper, K. 1970. Normal science and its dangers. I [78].
- [100] Popper, K. R. 2008. *Conjectures and refutations*. Routledge Classics.
- [101] Popper, K. R. 1959 (1. utgave 1934). *The Logic of Scientific Discovery*. Hutchinson.
- [102] Preston, J. 2008. *Kuhn's The structure of scientific revolutions*. London, Continuum.
- [103] Renstrøm, R. 2011. *Kvantefysikken utvikling*. Ph.d-avhandling, Universitetet i Oslo, november 2011.
- [104] Russo, L. 2004. *The Forgotten Revolution*. Springer.
- [105] Salmon, W. C. 2005. *Reality and Rationality*. Oxford University Press.
- [106] Sankar, D. 2013. I Business Intelligence 25/11-2013.
- [107] Schemmel, M. 2008. *The English Galileo. Vol. 1*. Boston Studies in the Philosophy of Science. Springer.
- [108] Schmitt, C. B. 1983. *Aristotle and the Renaissance*. Harvard University Press.
- [109] Schönbeck, C. 2012. Albert Einstein und Philipp Lenard. Preprint Heidelberg/Bayreuth.
- [110] Sharrock, W. and Read, R. 2002. *Kuhn. Philosopher of Scientific Revolution*. Polity.
- [111] Simonton, D. K. 2004. *Creativity in Science: Chance, Logic, Genius, and Zeitgeist*. Cambridge University Press.
- [112] Stewart, J. (ed.) 1996. *The Hegel Myths and Legends*. Northwestern University Press. Evanstown, Illinois.
- [113] Waller, J. 2004. *Leaps in the dark*. Oxford University Press.
- [114] Watkins, J. 1970. Against normal science. I [78].

- [115] Weinberg, S. 1998. The revolution that didn't happen. *New York Review of Books*, 8/11 - 1998.
- [116] Weinberg, S. 1993. *Dreams of a final theory*. Vintage.
- [117] Weisberg, R. W. 2006. *Creativity*. Wiley.
- [118] White, M. 2012. <http://thefinchandpea.co/2012/08/31/if-you-want-a-paradigm-shift>
- [119] Winter, H. J. J. 1944. The reception of Ohm's electrical researches by his contemporaries. *The London, Edinburgh and Dublin philosophical magazin and journal of science*. 35, 245, s. 371 - 386.
- [120] Weisberg, R. W. 2006. *Creativity*. Wiley.
- [121] White, M. 2012. <http://thefinchandpea.com/2012/08/31/if-you-want-a-paradigm-shift-dont-go-looking-for-it/>



4036 Stavanger  
Tel.: +47 51 83 10 00  
Fax.: +47 51 83 10 50  
E-mail: [post@uis.no](mailto:post@uis.no)  
[www.uis.no](http://www.uis.no)

ISBN 978-82-7644-602-9

ISSN 0806-7031

2015 nr. 48: Martha Lea: Minoritetsspråklige elever i barneskolen: Intensjoner og virkelighet

2014 nr. 47: Torgeir M. Hillestad: The Metapsychology of Evil: Main Theoretical Perspectives Causes, Consequences and Critiques

2014 nr. 46: Kjersti Ørvik: Velferdsteknologi: En studie av holdninger /oppfatninger om bruk av velferdsteknologi for unge med nedsatt funksjonsevne i eller på vei til egen bolig

2014 nr. 45: Anne Nevøy og Stein Erik Ohna: «Spesialundervisning – bilder fra skole-Norge»

2014 nr. 44: Editing by Pablo Vidal-González: «Landscape Protected Areas»

2014 nr. 43: Eva Johansson, Kristin Fugelsnes, Elisabeth Ianke Mørkeseth, Monika Röthle, Berit Tofteland, Berit Zachrisen: «Verdier i barnehagen: Mellom ideal og realiteter»

2013 nr. 42: Rita Sommerseth og Helen Hanssen: «Hadde eg bare vist...»

Pårørendes behov for informasjon i møte med helsetjenesten

2013 nr. 41: Brit Hanssen og Sissel Østrem: «Rutinemessig plikt eller produktiv læring»

2013 nr. 40: Ellen Ramvi, Lisebet Skeie Skarpaas og Lise Løvereide: «Veien inn i arbeidslivet»

2013 nr. 39: Rita Sommerseth: «Pårørendesamtalen»

2013 nr. 38: Stein Erik Ohna: «Alternativ opplæring med utvidet praksis: deltakelse, læring og måloppnåelse»

2012 nr. 37: Reidar J. Mykletun and Tommy D. Andersson: «A comparison of answers to a survey of festivals in Norway, Sweden, Western Australia and UK»