

Ole Rømer og 1600-tallets naturvidenskabelige revolution

Af Mads Peter Macholm, Gammel Hellerup Gymnasium

Den danske videnskabsmand og kongelige administrator Ole Rømer (1644-1710) levede i en tid med store brydninger i Europa. 1600-tallet er århundredet for religiøse stridigheder mellem katolikker og reformerte, enevældens indførelse og konsolidering, og ikke mindst den naturvidenskabelige revolution. Var Ole Rømer en del af den naturvidenskabelige revolution? Og kan vi komme tættere på videnskabsmanden Ole Rømer, ved at se ham i lyset af denne store omvæltning i menneskelig tænkning og videnskabelig praksis?

Ole Rømers liv i tre faser

De ydre omstændigheder omkring Ole Rømers liv ligner en dannelsesroman på formen hjem-ude-hjem. Første fase fandt sted i København, hvor han kom til fra Århus i 1662, 18 år gammel og klar til studier ved Københavns Universitet. I København blev han indlogeret hos hans vejleder Rasmus Bartholin (1625-1698), som var professor i matematik og astronomi, og blev dermed, som det var almindeligt på den tid, "domesticus" hos professoren. Sammen med Bartholin kom Rømer til at arbejde flere år på at få renskrevet og udgivet Tycho Brahes efterladte protokoller.

Samtidig var der fra det videnskabelige akademi i Paris, Académie royale des sciences, udgået en videnskabelig ekspedition mod Uraniborg på Hven med det formål at bestemme Tycho Brahes observatoriums nøjagtige position. Den franske astronom og geodæt Jean Picard (1620-1682) stod for opgaven. Rejsen gik over København, hvor Picard mødte Bartholin og Rømer. Den unge Ole Rømer deltog i arbejdet med at bestemme Uraniborgs position ved hjælp af triangulering og observationer af Jupiters inderste måne Io.

Senere anmodede Picard Bartholin om, at tage Rømer med sig tilbage til Paris, hvor han skulle fungere som Tycho Brahe-ekspert. Her startede anden fase af Rømers liv i 1672. I Paris blev han efter nogen tid optaget i akademiet, og han viste sig som et af dets flittigste medlemmer. Akademiets opgave var tredelt: Det skulle løse opgaver for kongemagten, kaste glans over samme, og arbejde med aktuelle videnskabelige problemer, særligt indenfor astronomi og mekanik. I Paris boede og arbejdede Ole Rømer i 9 år indtil han i 1681 blev "headhundet" tilbage til København af den danske konge, som havde hørt om Rømers meritter og havde brug for en vandforsyningsingeniør.

I København tilbragte Rømer tredje og sidste fase af sit liv. I dagtimerne løste han et hav af opgaver for den danske enevælde og varetog en række hverv, bl.a. rektor for Københavns Universitet, Borgmester i København og højesteretsdommer. I fritiden, dvs. primært om natten, plejede han sin hobby: Astronomien. Ole Rømer skabte sig en flot karriere i København og fik sat sit præg på enevældens modernisering af Danmark omkring 1700, mens de rent videnskabelige arbejder gled i baggrunden.



Figur 1. Ole Rømer (ø.tv.) og hans tre "læremestre". Bartholin (ø.th.) åbnede døren ind til matematikkens verden, Brahe til observationsastronomiens, og Picard indførte Rømer i tidens bedste astronomiske udstyr og teknikker.

Alt dette er der skrevet en del om, bl.a. i "Dansk naturvidenskabs historie"[1], og i en stor Ole Rømer udgivelse fra 2001 [2]. Men der mangler en større kontekst til billedet af Ole Rømer, og her er det værd at kigge på den naturvidenskabelige revolution. Den udgør nemlig en sådan kontekst, og ved at se Rømer i lyset af denne proces, får vi et klarere billede af ham som videnskabsmand. Det er derfor først nødvendigt, at definere hvad den naturvidenskabelige revolution var.

Tre fortolkninger af den naturvidenskabelige revolution

Den naturvidenskabelige revolution er et begreb, de fleste med interesse for naturvidenskab eller historie kender til, og det anvendes ofte til at beskrive en udvikling eller tidsperiode. I virkeligheden er begrebet dog langt fra nogen fast størrelse – videnskabshistorikere

diskuterer fortsat, hvad den naturvidenskabelige revolution handlede om. Jeg vil her skitsere tre forskellige fortolkninger af den naturvidenskabelige revolution, som jeg vil kalde version "1.0", "2.0" og "3.0". Først en "klassisk", idehistorisk, udgave af begrebet (1.0), dernæst en mere praksisorienteret udvidelse af dette begreb, hvor jeg vil fokusere på det videnskabelige instrument (2.0), og til sidst en aktuell nyfortolkning af begrebet (3.0).

Den naturvidenskabelige revolution 1.0 ("Classic")

Det var en fransk/russisk idehistoriker, der i midten af forrige århundrede lagde grunden til det, vi normalt forstår ved den naturvidenskabelige revolution. Hans navn var Alexandre Koyré og hans "fortælling" om den naturvidenskabelige revolution handlede om ideer. Han tog udgangspunkt i en "teoriernes kamp" mellem det gamle verdensbillede repræsenteret ved Aristoteles, og det nye repræsenteret ved bl.a. Galileo Galilei (1564-1642), René Descartes (1596-1650) og Isaac Newton (1673-1727). Koyré pointerede, at den videnskabelige revolution ikke "bare" var en proces, hvor store mængder ny viden kom til og erstattede den gamle. Selve rammen for vores viden, altså måden vi forstår verden på, blev udskiftet. Men Koyré gik videre end det, han opsatte et klart skel imellem teori og praksis. Han skrev i 1943:

"Good physics is made a priori. Theory precedes fact. Experience is useless because before any experience we are already in possession of the knowledge we are seeking for."

I Koyrés optik kom teori altså før eksperimentet. Sidstnævnte spillede en underordnet rolle, som efterprøvning af de matematisk frembragte love. Den naturvidenskabelige revolution var altså en tankernes revolution, som fandt sted oppe i hovederne på et par store tænkere [3].

Udvidelsen af begrebet. Den naturvidenskabelige revolution 2.0

I kølvandet på Koyrés forskning kom en række videnskabshistorikere på banen med en række udvidelser af Koyrés "smalle" definition af den naturvidenskabelige revolution. Disse udvidelser bestod i, at man nu bl.a. inddrog eksperimentet, videnskabens popularisering (gennem udgivelser og de videnskabelige akademier), religionens rolle og samspillet mellem videnskab og samfund i beskrivelsen af den naturvidenskabelige revolution. I forlængelse af eksperimentet kom også det videnskabelige instrument i fokus.

Instrumentet gennemgik en voldsom udvikling i løbet af 1600-tallet. Det gik fra at være en kuriositet, man var utilbøjelig til at tage seriøst, til at blive en anerkendt del af al naturvidenskab. Samtidig var instrumentet ikke blot et værktøj til at teste teorier eller afprøve ideer. Den amerikanske videnskabshistoriker Albert van Helden udtrykker det sådan:

"Because instruments determine what can be done, they also determine to some extent what can be thought. Often the instrument provides a possibility; it is an initiator of investigation."

På den måde opstod en vekselvirkning mellem viden og eksperiment. Ideernes verden var ikke hævet over erfaringens. Før havde abstraktion i form af matematik og praksis i form af eksperimenter altid levet adskilt, men nu gjorde instrumentet det muligt at lukke kløften imellem dem. Med den naturvidenskabelige revolution 2.0 kom instrumentet på den måde til at spille en langt større rolle.

Siden van Helden's forskning [4] er en række andre aspekter af den naturvidenskabelige revolution blevet belyst, og som følge af dette er begrebet blevet noget udvandet. Det ville den hollandske videnskabshistoriker Floris Cohen gøre noget ved, og i 2010 udgav han, efter mange års research, en ny samlet fortolkning af den naturvidenskabelige revolution.

En ny fortolkning. Den naturvidenskabelige revolution 3.0

Cohen ønskede at skrive et nyt "narrativ", som kunne inddrage flere aspekter end Koyrés, men som samtidig formåede at holde fokus og evnen til at forklare en kompleks udvikling uden for mange hjælpehypoteser. I sit store værk søger Cohen svar på, hvordan man kan sige, at naturvidenskab opstod i 1600-tallet, hvorfor den "overlevede fødslen" og ikke blev slået tilbage af reaktionen, samt hvorfor den opstod i Europa og ikke i Asien eller Mellemøsten [5].

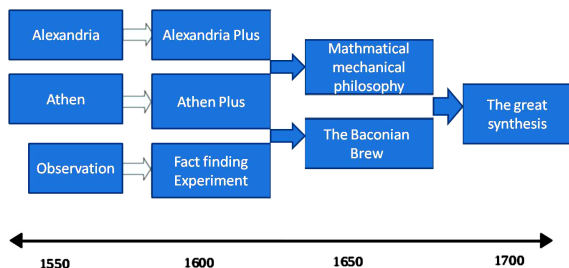


Figur 2. Cohens "How modern science came into the world" findes også i en forkortet tysk udgave.

Bogens fundament er tre lærdomstraditioner, eller tilgange til naturerkendelse (skoler kunne man også kalde dem), og seks transformationer som disse gennemgik og som tilsammen udgjorde den naturvidenskabelige revolution. Transformationerne forløb sideløbende over to omgange: Tre i første halvdel af 1600-tallet og tre i århundredets sidste halvdel.

To af skolerne var opstået i antikken. Den ene, "Alexandria", var matematisk og fokuserede på beskrivelser. Den anden, "Athen", var naturfilosofisk (fysisk) og arbejdede med årsagsforklaringer. Den tredje skole

var empirisk og opstod først i 1500-tallet. Galilei var hovedmanden bag den første transformation, da han fik drejet "Alexandria" i en mere virkelighedsnær retning, hermed opstod "Alexandria Plus". Descartes stod primært bag transformationen af den gamle naturfilosofi til en ny i "Athen Plus" og Francis Bacon (1551-1626) var arkitekten bag transformationen fra observation til "opdagende eksperiment". Senere smeltede den matematiske og filosofiske tilgang sammen til en "matematisk mekanisk filosofi", mens den filosofiske eksperimentelle tilgang blev til "det baconske bryg". Den sidste transformation skete, da Newton lykkedes med at kombinere alle skolerne og deres resultater i én stor omfattende teori.



Figur 3. Cohens narrativ udtrykt som et diagram med årstal nederst og Cohens tre skoler yderst til venstre og de seks transformationer gående med pilene mod højre.

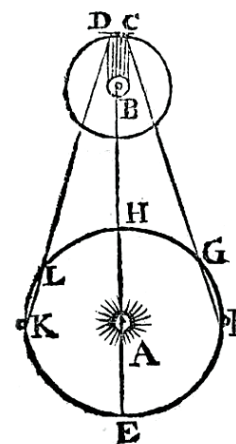
Cohens model er interessant, men den kan virke lidt firkantet og kunstig, med tendens til at sætte videnskabsmændene i bås. Men dette er svært at undgå, når man skal have et større narrativ til at hænge sammen. Til gengæld lykkes det Cohen at inddrage både videnskabelige netværk og politiske faktorer såsom trediveårskrigen i sin model.

Nu vender vi tilbage til Ole Rømer. Hvilken af de tre fortolkninger af den naturvidenskabelige revolution (forkortet "DNR") er han en repræsentant for? Og hvilke(n) kan kaste nyt lys over Rømer som videnskabsmand?

Kampen om verdensbilledet (Rømer i DNR 1.0)

Ole Rømer er ikke levnet meget plads i den klassiske udgave af den naturvidenskabelige revolution. Koyré nævner ham ikke i sine større værker, og det er der en god forklaring på. For det første var Ole Rømer ikke teoretisk nok – han var mere praktiker end tænker – og for det andet formåede han nærmest ikke at publicere noget i sin levetid. Men Ole Rømer deltog faktisk i kampen om verdensbilledet, dog på en meget indirekte måde.

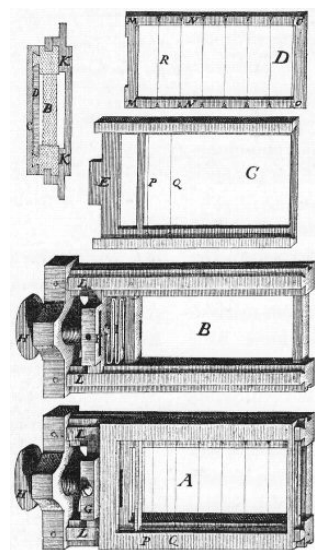
I hans opdagelse af "lysets tøven" i 1676 (se figur 4) og i arbejdet med den årlige fiksstjernerparallaxse bidrog Rømer nemlig til at stadfæste det kopernikanske verdensbillede. Men drog aldrig selv filosofiske slutninger af sine undersøgelser, og han undlod åbent at tilslutte sig Kopernikus' system. Derfor passer han ikke ind i den klassiske idéhistoriske version af den naturvidenskabelige revolution. Den udvidede, praksisorienterede forståelse af den naturvidenskabelige revolution passer derimod bedre til Rømer.



Figur 4. Illustration fra Rømers afhandling om lysets tøven. Solen (A) omkredset af Jorden (FGHLKE) med Jupiter i toppen (B) og Io (DC) i omløb. Fra Jorden måler man kortere omløbstider for Io, når Jorden nærmer sig Jupiter (FG), og længere omløbstider når Jorden bevæger sig væk fra Jupiter (LK).

Perfektionering af instrumenter (Rømer i DNR 2.0)

Ole Rømer var instrumentdesigner. Han tegnede og konstruerede talrige instrumenter, herunder teleskoper, vægte, mikroskoper, ure, tandhjul og termometre. Ser man på Rømers instrumenter og på hans videnskabelige arbejde i det hele taget, kan man hurtigt få et indtryk af vilkårlighed – han har arbejdet i øst og vest. Men nøglen til at forstå Rømers arbejde ligger i et arkiv tilhørende det franske akademi. Ved akademiets oprettelse i 1666 blev hollænderen Christiaan Huygens (1629-1695) sat til at udarbejde et arbejdsprogram, og punkt 6 i dette program lød: "At perfektionere kikkerter og mikroskoper". "Perfektionering" betød først og fremmest forbedret præcision, og netop præcision var en vigtig del af Rømers virke – ikke mindst i instrumentkonstruktionen. Men i perfektionering ligger også et andet aspekt, nemlig at forbedre selve brugen af instrumenterne. Gøre dem lettere at håndtere og søge at undgå fejl. Lad os se på et par af Ole Rømers instrumenter.



Figur 5. Kobberstik af Ole Rømers mikrometer.

Mikrometret var et tilbehør, som gjorde det muligt at måle afstande gennem teleskopet. Det skulle indsættes i teleskopets brændplan og bestod af en ramme med en række vertikale silketråde, som kunne forskydes ved hjælp af en skrue med tilhørende måleskala. Med mikrometret fik man nogle sigtelinjer, som kunne flyttes og give en præcis aflæsning af himmellegemernes positioner og størrelser. Denne tilføjelse, samt trådkorsset omdannede kikkerten fra et simpelt forstørrelsesglas til et præcisionsinstrument. Det var ikke Rømer, der opfandt mikrometret, men han forbedrede instrumentet både hvad angår præcision og praktisk brug.

De smukke planetmaskiner tjente andre formål. De fungerede både som illustration af Solsystemets indretning med de dengang kendte seks planeter, som en levende tabel – maskinerne kunne med en vis nøjagtighed gengive planeternes positioner 100 år tilbage i tiden og 100 år frem. Endelig fungerede de som "knaldeffekter", der kunne promovere videnskaben ved bl.a. det franske og det danske hof.

Rømer var også med til at udvikle og forbedre penduluret. I sin tid ved akademiet i Paris kom han i kontakt med Huygens, pendulurets fader. Begge vidste, at et af observatoriets største problemer var urens gang. Godt nok var penduluret et stort spring fremad sammenlignet med tidligere tiders mekaniske ure, men når det gjaldt den højst mulige præcision, eksempelvis ved parallaksemålinger, slog urene ikke til. Et af hovedproblemerne var metallernes volumenændring under skiftende temperatur. Af denne grund fremstillede Rømer et termometer og som noget uset på den tid, brugte han vands fryse- og kogepunkt som fikspunkter på sin egen temperaturskala. Ved at måle temperaturen i observatoriet, kunne Rømer modregne den fejl, som metallers varmeudvidelse ville give på urens gang og instrumenternes skalaer. Termometeret var således også et af Ole Rømers præcisionsinstrumenter.



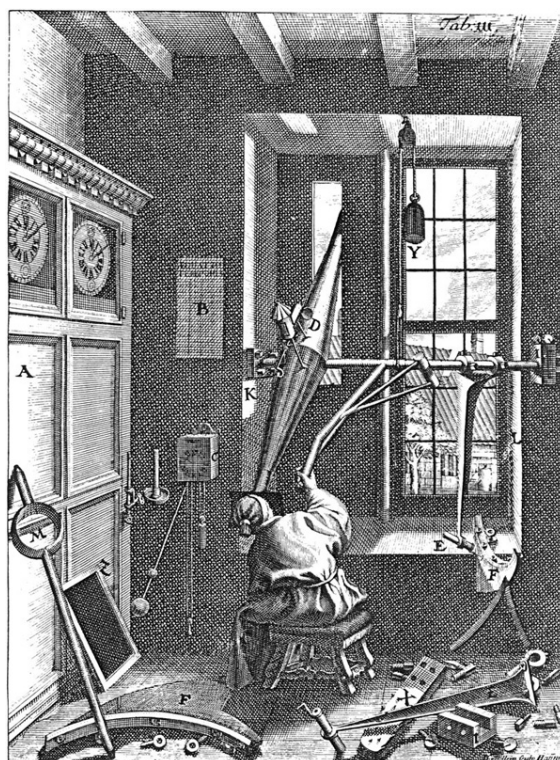
Figur 6. Til venstre en skitse af Rømers termometer fra hans notesbog "Adversaria". I midten planetmaskinen som blev foræret til kong Christian V. Til højre det eneste eksisterende af Rømers pendulure, som hænger på Kroppedal Museum, hvor også planetmaskinen findes i kopi.

Anvendelsen af præcisionsinstrumenter indenfor astronomien og de forbedrede metoder, herunder fejl-analyse, var en vigtig del af den naturvidenskabelige

revolution. Med Albert van Heldens ord:

"This new practice was instituted by the younger generation of John Flamsteed, Jean Picard, and Ole Roemer. It was this revolution in astronomical accuracy, beginning around 1660, that finally made astronomers aware of the inadequacy of all previous observations, including those of Tycho Brahe."

Ironisk nok var Ole Rømer således med til at undergrave sit forbilledes autoritet. Den nye "autoritet" var præcisionen. Kobbertrykket af Ole Rømer ved sit passageinstrument vidner om denne præcision. Astronomen selv er kun med på billedet for at vise, hvilken stilling, der er hensigtsmæssig indtage under observation, det handler om instrumenter, ikke om astronomen. Dette instrument var lille og lethåndterligt, og enkelt i den forstand, at det kun kunne dreje i det vertikale plan. Dermed var en potentiel fejlkilde ved bevægelse i horisontal retning elimineret, men passageinstrumentet var til gengæld afhængig af jævnt gående ure. På den måde kunne Rømer måle et himmellegemes højde og sammenhørende tid for passage over meridianen.



Figur 7. Ole Rømer siddende i professorboligen bag "husinstrumentet" iført nathue i stedet for tidens store paryk. Til venstre står to store pendulure og på væggen ved siden af endnu et ur beregnet til sekundtælling. Læg mærke til spalten i huset overfor. Den gjorde det muligt at måle et par grader mere i sydlig retning.

Arbejdet i statens tjeneste handlede også om "perfektionering". Ole Rømers arbejde med mål og vægtreformen fra 1683, kalenderreformen fra 1700, opmålingen af landeveje og skibsmåling havde det til fælles, at Rømer ønskede høj præcision, men mindst lige så

vigtigt et enkelt konsistent system, som var til at forstå og anvende.

Den lille revolution i Vestskoven

Ole Rømer flyttede sit sidste og bedste observatorium ud på landet. Der var ikke forstyrrende lys eller larm, som i Rundetaarn og i professorboligen ved siden af. Og her var ingen hestevogne som ramlede forbi og kunne flytte på instrumenternes finmekanik.

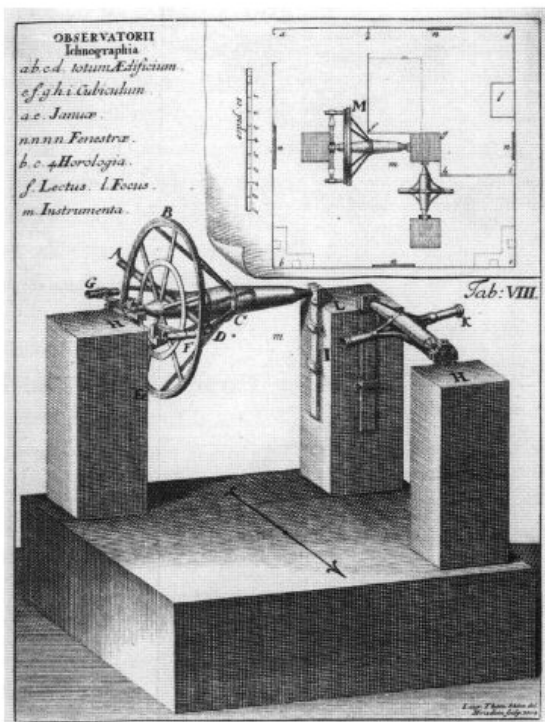
I et brev til Gottfried Leibniz (1646-1716) fra 1704 skrev Rømer:

“... jeg har taget (eller jeg skulle måske sige stjålet) denne ene sommer ud af hele mit liv for at indrette det observatorium, som jeg har ønsket mig i 30 år.”

Observatoriet var et simpelt lille hus, bygget for egne midler udelukkende med det formål at rumme hans nye opfindelse: Meridiankredsen.



Figur 8. C. Thykiers model af Observatorium Tusculanum (rekonstruktionsforsøg) med meridianspalte i husets venstre side.



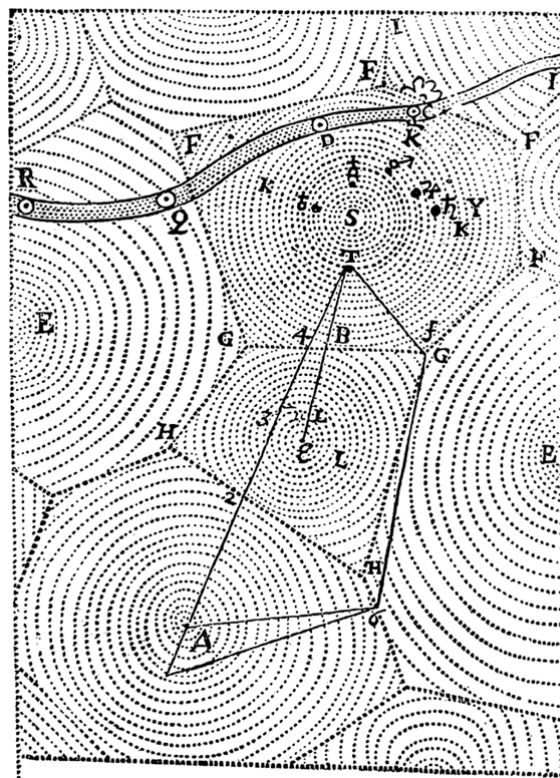
Figur 9. Meridiankredsen samt grundridset af observatoriet.

Dette passageinstrument drog fordel af nærmest alle de præcisionsforbedringer Rømer havde skabt, og det var så godt, at det med nogen forsinkelse blev standardudstyr i ethvert observatorium. Det var relativt lille og lethåndterligt, havde en fuld cirkel til vinkelaflysning, hvilket eliminerede fejlen ved varmeudvidelsen, og da der således var kortere mellem skalaens linjer, kunne mikroskoper (GF) indgå i aflæsningen. Teleskopet (AD) var forsynet med trådkors og mikrometer og i observatoriet fandtes flere ure, som både skulle måle stjerners rektascension og kontrollere andre ures nøjagtighed. Observatorium Tusculanum var kronen på Rømers astronomiske værk og kulminationen på revolutionen inden for præcisionsastronomien. En lille dansk astronomisk revolution på en mark nær Vridsløsemagle.

Ved at se Ole Rømer i lyset af den naturvidenskabelige revolution 2.0 bliver det altså både muligt at se, hvor Ole Rømer gjorde sig mest gældende, nemlig inden for præcisionsastronomien, samtidig med at Rømers arbejde fremstår mere som en helhed.

Den mekaniske empirist (Rømer i DNR 3.0)

Cohens fremstilling af den naturvidenskabelige revolutions tre tilgange, eller paradigmer, og deres sammensmeltning, gør det muligt at diskutere, om Rømer kan tilknyttes en bestemt tilgang. Men som det ofte er med store teorier, svinder evnen til at få “rigtige mennesker” til at passe ind i takt med at teoriens detaljeringsgrad stiger. Derfor er det ikke muligt at knytte Ole Rømer entydigt til et paradigme, han “lånte” fra flere. Groft sagt var Ole Rømer 50 % empirist, 50 % mekanisk cartesianer.



Figur 10. Descartes’ rum fyldt af stof i bevægelse. De kosmiske hvirvler styrer planeterne i deres cirkelformede baner omkring Solen (S). Nedenfor ses andre stjerner (AE).

Empirismen finder man i Ole Rømers eksperimentelle arbejder, herunder regnes også astronomien. Rømer ville lade instrumenterne og observationerne "tale" i form af gode tabeller og præcise instrumentmanualer. Men han var ikke rendyrket empirist. Bag hans arbejde lå nemlig et system, en forståelsesramme. Denne forståelsesramme var Descartes mekaniske filosofi. Forestillingen om at alt i verden kunne forklares ved hjælp af stof og bevægelse, herunder verdensrummets kosmiske hvirvler, som man bl.a. hører omtalt i Rømers korrespondance med Huygens. Det var netop denne mekaniske verdensopfattelse, der tillod Rømer at lægge de filosofiske overvejelser til side og i stedet begynde at løse konkrete opgaver.

Tre nye indsigter i Ole Rømers liv

Den større kontekst i form af den naturvidenskabelige revolution giver en bedre forståelse af videnskabsmanden Ole Rømer. Uden tvivl har den naturvidenskabelige revolution 2.0, altså den udvidede, praksisorienterede version af begrebet, bidraget mest til denne forståelse. Jeg vil nævne tre ting.

For det første er Ole Rømer et godt eksempel på, hvordan videnskaben og arbejdet i statens tjeneste gik hånd i hånd i 1600-tallet. Det var ikke en ulempe for Rømer, at han havde en karriere i statens tjeneste, det var den, der skabte økonomi til hans videnskabelige studier. Derudover har det passet godt til Ole Rømers temperament og evner, at skulle løse praktiske opgaver, ofte ved hjælp af videnskabelige metoder. Ole Rømer var, som den danske videnskabshistoriker Kirstine Meyer har udtrykt det "... en mand, der i videnskab er en praktiker, i praksis arbejder videnskabeligt. [6].



Figur 11. Ole Rømer på toppen af sin karriere. Maleri fra omkring 1700 (Rundetaarn).

For det andet var Ole Rømer på mange måder et geni, men ikke et ensomt geni. Hans videnskabelige arbejde fulgte i høj grad det franske akademis arbejdsprogram, også efter han vendte hjem til Danmark, samtidig med at Tycho Brahe var en varig inspiration og vejviser for ham. Det samme kan man sige om Jean Picard, og i mindre grad om flere af de andre medlemmer af akademiet. Det var samarbejde og konkurrence medlemmerne imellem, som førte til de store fremskridt indenfor præcisionsastronomien fra 1660 og nogle årtier frem.

For det tredje handlede Ole Rømers astronomiske arbejde ikke om præcision for præcisionens skyld. Han søgte i årevis at løse to af astronomiens sværeste opgaver: At lave et nyt fiksstjerkatalog og måle fiksstjerneparallaksen. Disse opgaver krævede en hidtil uset præcision, ja faktisk mere end det. Datidens teknologi kunne simpelthen ikke løse opgaven. Det vidste Ole Rømer ikke, og en stor del af hans mangesidede virke sigtede mod disse opgavers løsning. Ole Rømer arbejdede ikke med vilkårlige videnskabelige problemer, hans arbejde havde et samlet formål: Perfektionering – både i statens og videnskabens tjeneste.

Litteratur

- [1] Pedersen, K.M. (2005), Ole Rømers mange talenter, i H. Kragh, red., Fra middelalderlærdom til den nye videnskab, 1000-1730. Dansk naturvidenskabs historie Bd 1, Aarhus Universitetsforlag, Aarhus, pp. 405-427.
- [2] Tortzen, C.G. og P. Friedrichsen, red. (2001), Ole Rømer – korrespondance og afhandlinger samt et udvalg af dokumenter, Det Danske Sprog- og Litteraturselskab C.A. Reitzels Forlag, København.
- [3] Koyré, A. (1957), From the Closed World to the Infinite Universe, The John Hopkins Press, Baltimore.
- [4] Van Helden, A. (1983), The birth of the modern scientific instrument, 1550-1700, i J.G. Burke, red., The Uses of Science in the Age of Newton, University of California Press, Los Angeles, pp. 49-84.
- [5] Cohen, H.F. (2010), How Modern Science Came into the World: Four Civilizations, One 17th-Century Breakthrough, Amsterdam University Press, Amsterdam.
- [6] Meyer, K. (1941), "Rømer, Ole", i P. Engelstoft, red., Dansk Biografisk Leksikon Bd 20, J.H. Schultz Forlag, København, pp. 392-400.



Mads Peter Macholm er cand.mag i historie med sidefag i fysik. Han skrev i 2013 speciale om Ole Rømer som repræsentant for den naturvidenskabelige revolution og har siden holdt flere foredrag om emnet. Han underviser i fysik og historie på Gammel Hellerup Gymnasium.