

Hånd og ånd i Ole Rømers mekaniske astronomi

Af Karin Tybjerg, Medicinsk Museion, Københavns Universitet

Rømers videnskabelige arbejde er præget af en utrolig spændvidde mellem opdagelser af stor teoretisk betydning og håndgribelige tekniske løsninger på praktiske problemer. Forholdet mellem videnskab og praktik portrætteres til tider som modsætningsfyldt hos Rømer, men skal her i stedet ses som en produktiv dynamik, hvor sansbarheden, håndgribeligheden og mekanikken er en kreativ drivkraft for Rømer og udgør den astronomiske videns fundament.¹

I det følgende vil jeg karakterisere Rømers astronomi – ikke ud fra hans videnskabelige resultater eller hans astronomiske metoder – men ved at undersøge, hvordan Rømer *præsenterede* sin astronomi, og derigennem afdække hans idealer for astronomisk arbejde. Jeg vil tage udgangspunkt i de opgaver, han arbejdede med i sit tidlige liv, nemlig udgivelsen af Tycho Brahes observationer og hans arbejde med mekaniske projekter ved Académie Royale des Sciences (Det Kongelige Videnskabernes Akademi, herefter Akademiet). I begge disse opgaver var observationer og instrumenter – den sansbare og den tekniske side ved astronomien – i centrum. Rømer var selvfølgelig ikke unik i sit fokus på observationer og instrumenter, men for ham var de ikke blot midler til at undersøge verdens indretning. Nej, observationer og instrumenter skulle selv fremvise de fysiske fænomener og overbevise om en given teoris rigtighed. Rømer fremstillede astronomien efter samme idealer som samtidens “mekaniske filosoffer”, som gennem deres eksperimenter påstod, at de lod naturen tale direkte. Om periodens fokus på eksperimentel viden se fx [2] og [3].

Rømer skrev kun lidt om sin astronomi, men i hans tilbageholdenhed gemmer sig en vigtig indsigt i hans idealer for videnskabelig fremstilling inden for astronomien. Periodens fokus på visuelle demonstrationer, detaljeret observation og en mekanisk produktion af data hvilede så tungt på hans skuldre, at det vanskeliggjorde publikation. Rømer krævede at blive læst gennem sine instrumenter og observationer snarere end gennem sin egen stemme, men af samme grund holdt han sig tilbage med at skitsere sine konklusioner, før de var fuldstændig overbevisende demonstreret af instrumenter og observationer.

Rømer fik aldrig udgivet et hovedværk inden for astronomien, men konturerne af et værk kan gisnes ud fra efterladte afhandlinger samt otte kobberplader, som sandsynligvis blev udfærdiget til at illustrere et samlet værk (se [4], s. 96, og [5]). I min karakteristik af Rømers astronomi antager jeg, at de instrumenter, som er afbildet på kobberpladerne, var centrale for Rømers astronomi sammen med de observationer, som han gennem hele sit liv søgte at perfektionere til udgivelse. Efter en

beskrivelse af arbejdet med Tycho Brahes observationer og miljøet ved Akademiet, vil jeg derfor analysere Rømers behandling af de instrumenter, som han senere fik afbildet på kobberstik, samt hans kommentarer til observationerne, for at vise hvordan Rømer lader sine observationer og instrumenter fremstille astronomien.

Tycho Brahes observationer

Rømer begyndte sin astronomiske karriere i huset hos professor Rasmus Bartholin, hvor han over en årrække assisterede ham med at redigere Tycho Brahes observationer og gøre dem klar til udgivelse. Med dette projekt fik Rømer en gennemgribende træning i at efterbehandle astronomiske observationer samt indgående kendskab til et banebrydende arbejde inden for den observationelle astronomi. Han lavede beregninger på observationer fra forskellige instrumenter og blev introduceret i, hvordan Tycho arbejdede med at eliminere systematiske fejl. Tycho Brahe fortæller, hvordan han ved at variere observationer på forskellige instrumenter kan opdage fejl i disse,² og denne ide med at bruge instrumentet selv til at opdage fejlkilder bliver senere central hos Rømer. I redaktionsprocessen lærte Rømer også Tycho Brahes metoder til at opnå stadig mere præcise målinger at kende indefra – og forstod derved instrumenternes rolle for kvaliteten af observationerne. Rømers kendskab til Tycho Brahe gik i høj grad direkte gennem hans data: Rømer “læste” Tychos projekt gennem hans observationer og lærte, at et astronomisk projekt *kan* læses direkte gennem observationerne.

Projektet gjorde også værdien af gode observationer klar, da Tycho Brahes eftermæle i høj grad var baseret på hans observationer. I den franske filosof, astronom, matematiker og præst Pierre Gassendis biografi om Tycho fra 1654 beskrives han netop som en stor empiriker, der utrætteligt indsamler stadig mere præcise observationer – et billede som i høj grad afspejler Gassendis egne interesser, men som måske også var et tidstypisk billede af Tycho (se [7], s. 221-222). Tychos observationerne var ydermere af en sådan kvalitet, at det var vigtigt for astronomer på Rømers tid at kunne sammenligne egne nye observationer med dem. Da et nyt stort observatorium blev bygget i Paris i forbindelse

¹ Denne artikel er genoptrykt med tilladelse fra *Ole Rømer – I kongens og videnskabens tjeneste*, Aarhus Universitetsforlag (2011) [1].

² Fx skriver Tycho i introduktionen til *Mechanica*, at med flere instrumenter kan man bruge dem til at checke hinanden og opdage fejl, [6], s. 6, lin. 35-37, og senere under instrumentbeskrivelserne, at den kyndige vil kunne læse fejlene ud af observationerne, hvis de bliver varieret, [6], s. 19, lin. 1-3.

med det nyoprettede Akademi, blev et af dets medlemmer, Jean Picard, sendt til Danmark for at måle den præcise placering af Tycho Brahes observatorium på Hven. Ved at bestemme afstanden mellem Hven og Paris i længde- og breddegrader kunne man sammenligne Tycho Brahes resultater med observationer foretaget i Paris.

Picard tog kontakt til Bartholin, og Rømer blev helt naturligt inkluderet i opgaven. Han kom til at stå for en række observationer på Hven af Jupiters måner, som blev brugt til at bestemme afstanden til København og derefter til Paris (se Pedersens artikel ("Jean Picard og Ole Rømer på Hven") i [1]). Rømer blev herved skolet i den praktiske observationskunst af Picard, som selv havde deltaget i kartografiske projekter for Akademiet, se [8].

Senere i sit liv skrev Rømer, at han ved hjemkomsten til Danmark vendte tilbage til Tycho Brahes projekt med at bestemme planeters og fiksstjerners positioner, og at han i årene med redaktionsarbejdet var blevet dybt fortrolig med Tychos principper (se senere i afsnittet "Arven fra Tycho Brahe"). Det er interessant at overveje, hvad han identificerer som Tychos principper. I Rømers bibliotek fandtes flere værker af Tycho Brahe, bl.a. hans *Mechanica (Astronomiae instauratae mechanica eller Den nye astronomis mekanik)*, en samling af breve og dokumenter, *Epistolæ Astronomicae (Astronomiske breve)*, og *Astronomiae Instauratae Progymnasmata (Den nye astronomis øvelser)*, se [9]. Disse værker indeholdt detaljerede beskrivelser af Tychos instrumenter, og Tychos stadige jagt på at forbedre instrumenternes præcision blev fortsat med Rømers instrumentudvikling. *Mechanica* blev publiceret i et forsøg fra Tychos side på at opnå Rudolf II's gunst, men det blev oprindeligt samlet som en første del af et værk om astronomien.³ Tycho Brahes astronomi tager således sit udgangspunkt i instrumenterne, hvis konstruktion og anvendelse beskrives minutøst.

Da den danske kong Frederik III, som havde igangsat projektet med at udgive Tycho Brahes observationer, blev afløst af den mere krigsinteresserede Christian V, fik observationerne mindre opmærksomhed, hvorfor Rømer fik tilladelse til sammen med Picard at tage til Paris og søge at udgive observationerne der.

Mekanik ved Akademiet

Akademiet blev grundlagt i 1666 på foranledning af Louis XIV's finansminister Colbert som en forskningsinstitution, der skulle servicere staten. Gennem viden skulle Akademiet udvikle handel, industri, medicin og militær. Det anvendelsesorienterede udgangspunkt spillede sammen med en betydelig indsats inden for grundlæggende teori, og Akademiet kombinerede således kommercielle og akademiske interesser [10].

Ved oprettelsen af Akademiet blev der slået en medalje. Sammen med påskriften "Det Kongelige Videnskabernes Akademi 1666" viste den Minerva – kundskabens gudinde – med en ugle ved sine fødder

og symboler på astronomi, kartografi, anatomi, botanik og kemi. På medaljens bagside står der "Naturae investigandae et perficiendis artibus", "For at undersøge naturen og fuldende de tekniske videnskaber". Hermed udtryktes Akademiets dobbelte formål: kontinuerlig undersøgelse af naturen og færdigudvikling og anvendelse af nyttig viden. Akademiet var ligesom det engelske Royal Society inspireret af den engelske empiriker Francis Bacon's værk *Ny Atlantis* (1626), hvor han beskriver en ny type lærdomsinstitution, *Salomon's House*. Bacon argumenterede for en videnskab, som var empirisk og brugbar samt stræbte efter teknologisk fremskridt, og hans fokus på førstehåndsviden, eksperimenter og anvendelsesorienteret viden findes i flere af de videnskabelige akademier og selskaber, som fulgte.

Maskiner var allestedsnærværende på Akademiet. På observatoriet, som selvfølgelig også var astronomiens hovedsæde, fandtes en sal med udstillede maskiner og modeller af maskiner [11]. Den blev oprettet i 1668 og indeholdt bl.a. et brændspejl, modeller af industrielle, militær- og landbrugsmaskiner, astronomiske instrumenter og et Månekort. En besøgende fortæller, hvor imponeret han var over samlingens anvendelighed for militærteknikere og undervisere i fortifikation og navigation [10]. Det er således tydeligt, at konkrete fysiske maskiner blev opfattet som en vidensressource i sig selv. Maskinerne demonstrerede ikke bare den tekniske know-how i Frankrig – de materialiserede også teknisk og videnskabelig viden.



Figur 1. De Kongelige Franske Akademier for Videnskab og Kunst. Billedet minder om Rafaels portræt af en anden lærdomsinstitution, Skolen i Athen, men viser et væld af de maskiner, håndværk, plancher og instrumenter, som materialiserede Akademiernes viden. Tryk af Sebastian Le Clerc 1698 (Bibliothèque Nationale, Paris).

I sit historiske værk om Académie Royale des Sciences fastslår Bernard le Bovier de Fontenelle, som var Akademiets sekretær, at Akademiet omkring tidspunktet for Rømers ankomst i 1672 ikke ignorerede den sansbare eller håndgribelige del af mekanikken; i 1675 giver finansministeren Colbert ordre til, at der skal skrives en afhandling om mekanik, som afdækker såvel de teoretiske principper som alle håndværk og tekniske videnskaber i Frankrig. Diskussionerne ved møderne gik straks i gang, og i en mødeprotokol fra den 6. juli står der, at "Hr. Rømer tilbød at demonstrere

³Brev til Caspar Peucer 13. september 1588.

sin opfindelse", som viste sig at være nogle særlige epicykloide tandhjul, se artiklerne af Nielsen ("Ole Rømers tandhjul") og Darnell ("Ole Rømers planetmaskiner") i [1].

Akademiet havde yderligere den funktion at bedømme maskiner, som blev indsendt til godkendelse. Medlemmerne, deriblandt Rømer, bedømte instrumenterne, og fandt de nåde for Akademiets øjne, fik de et svar med formuleringen "godkendt af Académie Royale des Sciences". Rømers første optræden ved Akademiets møder, som er nedfældet i referaterne, var netop en rapport om to maskiner.⁴ Alle de godkendte maskiner – heriblandt de maskiner, som Akademiets egne medlemmer demonstrerede – blev samlet i ét værk, og det er tydeligt, at maskiner blev opfattet som en central del af Akademiets intellektuelle produktion [12].

I Akademiets tidlige historie blev der udfærdiget lister over projekter af særlig interesse for Akademiet. Den hollandske fysiker og matematiker Christiaan Huygens, som var én af de højst lønnede af forskerne, lavede en samlet liste over forskningsprojekter for områderne fysik og mekanik. Listen er påvirket af ønsket om både at skabe praktisk anvendelige resultater og tage de spørgsmål op, som samlede den videnskabelige interesse i perioden (gengivet i F&T, s. 117-119).

I beskrivelsen af mekanikkens arbejdsområde tager Huygens udgangspunkt i den antikke tilgang til mekanikken gennem studiet af de simple maskiner (trissen, vægtstangen, spillet, skruen, kilen). Han modificerer dog den antikke fremgangsmåde ved ikke at inkludere kilen og skriver endvidere, at teorien kan forbedres. Efter klassisk forbillede søger han et fælles princip, men Huygens understreger også vigtigheden af at inkludere den eksperimentelle side og har bl.a. studiet af dyrs trækkræfter med på listen. Den praktisk anvendelige forskning integreres på den måde i den antikke teoretiske tradition. Rømer arbejder også aktivt både inden for mekanikkens praktiske og teoretiske aspekter med teoretiske forelæsninger ved Akademiets lørdagsmøder og afhandlinger om hestes trækraft på et skråplan. Igen med en fornyelse af den antikke dagsorden foreslår Huygens ikke bare at undersøge vandets statik, men også måle mængden af rindende vand, og Rømer demonstrerer et instrument til dette formål. I en anden redegørelse over mekanikken nævner Huygens ballistikken, og Rømer udvikler ballistiske teorier og eksperimenter til undervisningsbrug for Louis XIV's søn.

Huygens skrev også en liste med forskningsområder inden for fysikken og astronomien, og også her er der næsten fuldstændigt sammenfald mellem listens emner og Rømers aktiviteter i Akademiet. Inden for astronomien opremser Huygens: at finde meridianen for Paris, at bestemme fiksstjernernes position, at måle Solen og Månens diameter, at observere størrelsen af brydningen i atmosfæren, at perfektionere kikkerter og mikroskoper, at observere planeternes pletter samt

at observere Jupitermånerne og lave tabeller. Rømer skriver afhandlinger, observerer og designer instrumentering til alle disse opgaver. Inden for de mere fysiske emner arbejdede Rømer – også efter Huygens' liste – på at fastslå et længdemål ved hjælp af et pendul, at hæve vand, at undersøge kraft ved legemers sammenstød samt selvfølgelig at observere, om lyset overføres på et øjeblik.

Rømers præsentationer af projekter er opført i mødeprotokollen, som dermed tegner en profil over hans arbejde. Hvis man skuer ned over listen af afhandlinger og aktiviteter, som optog Rømer, mens han opholdt sig ved Akademiet, kan det tage sig ud, som om han har beskæftiget sig med idiosynkratisk udvalgte emner. I virkeligheden fulgte han nærmest til punkt og prikke de fokusområder, som var blevet udstukket af Colbert og ledende medlemmer af Akademiet. Kombinationen af opgaver inden for astronomi og mekanik viser, at der var en høj grad af samklang mellem Akademiets intellektuelle stil og Rømers talenter inden for observationel astronomi, hans teoretiske ekspertise og sans for instrumentelle løsninger.

Rømer fremviser instrumenter på Akademiet

I Akademiets mødeprotokoller får vi desuden et indtryk af, hvordan Rømer præsenterede videnskabeligt arbejde. Rømer fremlægger sit arbejde som afhandlinger, demonstrationer af instrumenter, fremvisning af instrumenter, observationer, kommentarer til observationer og oplæsning af observationer. Observationer og instrumenter spiller altså hovedrollen, og Rømers kommentarer understøtter blot præsentationen af det fysiske instrument eller observationerne. I næsten alle tilfælde medbringer Rømer et instrument eller nogle observationer, når han fremlægger i Akademiet.

Når de mekaniske apparater fremvises, og deres konstruktion beskrives, er det med sans for detaljerne. De af Rømers afhandlinger, som er nedskrevet i referaterne af Akademiets møder, koncentrerer sig om at give nøjagtige beskrivelser af tekniske opfindelser. Rømers måde at præsentere viden på – som han lærer det på Akademiet, og som han desuden har haft talent for – er den direkte fremvisning af maskiner, instrumenter og astronomiske observationer.

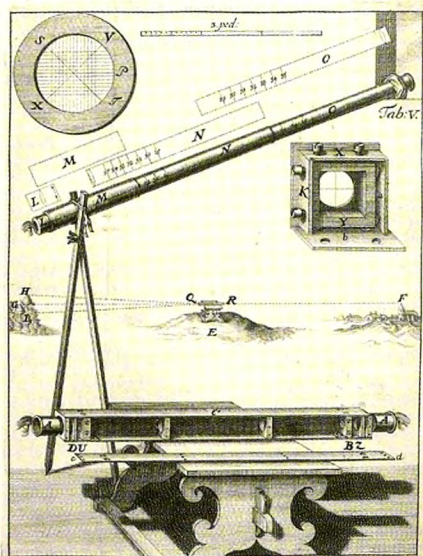
Den 19. december 1676 "fremviser [Rømer] et instrument af egen opfindelse. Han oplæser brugsanvisningen til dette instrument" (fra Akademiets referater, *Procès-Verbaux*, F&T, s. 629). Det drejer sig om gitterrøret, som var en kikkert med to okularer og et trådgitter.⁵ Ved at flytte på okularerne kan himmellegemer i forskellig størrelse passes ind i trådgitteret, så man ikke behøver flere instrumenter til at måle objekter af forskellig størrelse. Det kunne bruges til at observere formørkelser eller til at måle diameter på himmellegemer.

I sine fremlæggelser fokuserer Rømer på en detaljeret beskrivelse af instrumentet: Hvordan det er

⁴Det Franske Videnskabernes Akademi, *Procès verbaux*, 1. februar 1676, F&T, s. 628.

⁵Beskrivelsen af instrumentet er publiceret af Rømers elev Horrebow på basis af et manuskript fra Rømers hånd, [4], s. 350; [13], s. 64-95.

konstrueret, hvilke materialer der er brugt, hvordan man indstiller det og foretager observationer med det. Rømer vægter og understreger instrumentets præcision. Han skriver bl.a. at “[d]et er ikke spildt ulejlighed at viske disse linjer ud mere end ti gange og tegne dem igen, indtil det ved forskellige undersøgelser på alle leder og kanter står klart, at de sidder fuldstændig rigtigt og svarer til forventningerne.” (F&T, s. 351). Ligesom Tycho Brahe i sin *Mechanica* skriver Rømer eksplicit, at måleskalaerne ofte kræver flere forsøg for at blive tilfredsstillende (TBOO, VI, s. 18.42-19.3).



Figur 2. Tryk af Rømers gitterrør og amfioptr, som han beskrev og demonstrerede for Akademiets medlemmer [13], Tab. V).

Han gennemgår i detaljer, hvordan en måleskala afmærkes på kikkertrøret. Processen er iterativ og baseret på målinger af Månen, når den er tættest og fjernest fra Jorden. Skalaen kan bruges til at måle den tilsyneladende størrelse af himmellegemer. Han giver derefter en geometrisk demonstration, som “lægger hele sagen frem for øjnene af én, og som med fordel kan bruges til at fremme og bestyrke den ovenfor fremlagte metode til mekanisk at inddele kikkerter.” (F&T, s. 354). I sidste ende er det dog den mekaniske metode, som Rømer foretrækker. Den geometriske metode forudsætter kendskab til glassets brydninger, så det er “bedre at indrette vort teleskop med den ovenfor anførte mekaniske metode.” (F&T, s. 355). De første inddelinger kaldes også “grundlæggende” (F&T, s. 353), så det mekaniske arbejde fremstilles som systematisk i tråd med den geometriske demonstration.

Samme dag fremlagde Rømer en anden opfindelse, nemlig et teleskop eller sigteinstrument, med hvilket man kan sigte fra begge ender, dvs. man kan måle højder i modsatte retninger uden at skulle vende instrumentet – det såkaldte amfioptr. Det kunne bruges til at lave højdemålinger både inden for astronomi og landmåling. Igen giver han en udførlig beskrivelse af konstruktionen og brugen af instrumentet med en liste over praktiske anvendelser. Instrumentet er et hjælpeinstrument, og

Rømer gentager, at “brug og justering bliver enklere”, og der kan spares tid ved at bruge instrumentet. Sigteinstrumentet kan også gøre kvadranter og oktanter mere fleksible, da de kan måle en større vinkelafstand, når man kan måle fra begge ender. Han slutter med at sige, at han har sagt tilstrækkeligt om fremstillingen og behandlingen af instrumentet. Når han har udeladt visse typer observationer, forklarer han, er det, fordi de er “af en sådan art, at de vil kunne ses og forstås lettere ved et enkelt øjekast på selve apparatet...” (F&T, s. 381). Brugervejledningen er sekundær i forhold til studiet af selve det fremviste instrument.

Rømer arbejdede gennem hele sin karriere på at konstruere mekaniske og instrumentelle løsninger med stadig større præcision. Samtidig lægger han altid vægt på, at instrumenterne skal gøre den praktiske side af astronomien nemmere. I beskrivelsen af mikrometeret skriver han, at han, da han fremlagde opfindelsen i Akademiet, blev gjort opmærksom på, at opfindelsen var gjort før ham. Han blev pinligt berørt ved den blotte tanke om, at nogen kunne tro, at han fremlagde et instrument, som ikke var hans egen opfindelse. Han forsvarede sin egen opfindelses særegenhed med, at den var lettere at håndtere, at den var fleksibel, og at den kunne bruges i mange sammenhænge. Præcision, enkelhed i brug og fleksibel anvendelse er værdier for den mekaniske del af astronomien.

Som bemærket er Rømers fremstillinger i Akademiet næsten altid direkte relateret til instrumenter og observationer. Rømer fremviser og demonstrerer instrumenter og observerer eller læser højt af observationer. Han foretrækker instrumentbeskrivelsen frem for den geometriske demonstration og foretrækker en egentlig fremvisning frem for beskrivelser. Instrumenter, brugen af instrumenterne og observationer er primære. Dette galdt også for hans undervisning af Louis XIV's søn, som bl.a. inkluderede ballistiske demonstrationseksperimenter.

Planetmaskinerne

Mellem 1677 og 1679 byggede Rømer et antal maskiner til at demonstrere planeternes bevægelse mekanisk. Han byggede først en maskine, som viste Jupiter og dens måner (1677). Ved at dreje på et håndtag kunne man se månerne forsvinde ind bag Jupiter og komme frem igen. Maskinen var relateret til det kolossale arbejde, der blev gjort på Akademiet for at kortlægge Jupiters måners bevægelser og Rømers egen opdagelse af lysets tøven. Det er tankevækkende, at han aldrig selv skrev om lysets tøven, ud over de breve han skrev til Huygens, men at han byggede en model, som demonstrerede, med hvilke observationer han havde opdaget lysets tøven. Den store diskussion i Akademiet var baseret på en observation af en “forsinkelse” i Jupiters månens tilsynekomst i forhold til tabellerne.

I 1678 designede Rømer en Saturnmaskine og i 1679 et sæt bestående af en planetmaskine og et eklipsarium (som viser sol- og måneformørkelser); de to sidstnævnte blev bygget af Akademiets instrumentbygger Isaac Thuret i 1680. Rømers planetmaskine var den første

model, som demonstrerede det kopernikanske verdensbillede, og den viste planeterne positioner hundrede år fremad og hundrede år bagud. Planetmaskinen var et elegant objekt, som favnede alle Akademiets interesser. Cassini blev imponeret: Planetmaskinen var en hurtig og nem måde at finde planetpositioner til planlægning af observationer, da man blev fri for at slå op i tabellerne, og samtidig blev maskinerne brugt af Solkongens hof som gaver til udenlandske statsoverhoveder for at demonstrere Frankrigs tekniske og videnskabelige formåen.

Eklipsariet viste formørkelser af Sol og Måne og var direkte baseret på Tycho Brahes astronomiske observationer. Formørkelsesmaskinen virker ved, at Solens, Månens og Jordens indbyrdes stillinger gentager sig i nogle cykler, og på baggrund af kendte formørkelser kan man derfor forudsige nye. Eklipsariet beregner mekanisk konsekvenserne af Tycho Brahes observationer.

Planetmaskinerne er imponerende demonstrationer af Rømers teoretiske og tekniske snilde, men de er mere end det i vores sammenhæng. De demonstrerer Rømers ideal for videnskabelig præsentation, fordi maskinerne selv fremviser de teorier, der ligger bag dem, og fungerer som mekaniske observationstabeller. De demonstrerer astronomisk viden mekanisk, og, som vi skal se til sidst i artiklen, prøver Rømer at få sine instrumenter og observationer til at demonstrere hans teorier på lignende måde.

Arven fra Tycho Brahe: observationer og instrumenter

Efter omkring 10 år i Akademiet blev Rømer kaldt hjem til København af Christian V, som havde fået øjnene op både for Rømers arbejde med springvandene i Versailles, og for hvordan Akademiets tekniske og naturvidenskabelige arbejde understøttede kongemagten. Kongen udnævnte Rømer til kongelig matematiker og medlem af kommissionerne for gadebelægning og vandforsyning i København.

Fra København skriver Rømer til Akademiet med nye observationer af en måneformørkelse. I brevet fortæller han også, at han ønsker at holde kontakten med Akademiet fra den nye verden, han er blevet revet bort til, og fortsætter derefter med at kommentere på forholdet mellem astronomi og mekanik:

Alle mine astronomiske forsøg er faldet ud efter mit ønske. Selv om Astronomia på tåbelig vis er blevet latterliggjort på grund af sin moder Astrologia, forsøger hun her under sin tjenerinde Mechanics beskyttelse at komme til live igen og leve. Kongen er utrolig interesseret i anvendt mekanisk matematik. På grundlag af vores hydrostatiske paradokser har jeg fremlagt og anvendt adskilligt med det til følge, at astronomien har fundet lettere adgang til den kongelige gunst. Jeg er ved at indrette et observatorium... (F&T, s. 213-214).

Det ambivalente i forholdet astronomi og mekanik kommer tydeligt til udtryk. Astronomien beskæftiger

sig med højere ting end mekanikken, og mekanikken er blot dens tjenerinde. Samtidig har astronomien brug for mekanikken, og den trives bedre under mekanikken end under sit mødrene ophav, astrologien. Forholdet har en videnskabelig side: Astronomien behøver mekanikken for at nå sine resultater; og en pragmatisk side: Magthaverne har brug for løsninger på mekaniske problemer (såsom vandforsyning), og mekanisk kompetence kan derfor bane vejen for investering i astronomien.

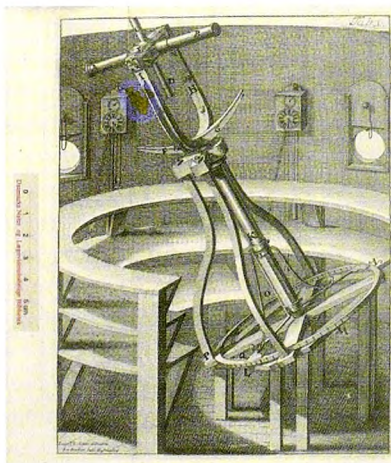
Nogle år senere bliver Rømer udnævnt til direktør for Rundetårn og professor i astronomi. Som allerede nævnt skriver han, at han efter hjemkomsten til København ændrede sin astronomiske dagsorden, og at han fokuserede på det projekt, han læste ud af Tycho Brahes observationer. Hans ambition er at fuldende Tycho Brahes værk med en gennemgang, som består af beskrivelser af instrumenterne, beskrivelser af deres brug og selve observationerne. Han vil demonstrere rigtigheden af det kopernikanske verdensbillede, men med Tychos metoder, som han fik ind under huden ved redigeringen af hans observationer:

Siden jeg var blevet fuldstændig fortrolig med Tychos principper i de fire år, som jeg havde brugt på forberedelsen af en udgave på baggrund af hans manuskripter, har jeg haft den del af astronomien for øje, som drejer sig om at finde og så præcist som muligt at bestemme fiksstjernernes og planeterne placeringer og bevægelser, og jeg har aldrig ment, at den prestigefyldte del af astronomien, som beskæftiger sig med pletter, måner og planetbevægelser, kan sidestilles med den første. Derfor har jeg arbejdet på at tilpasse alle det forrige århundredes kunstfærdige opfindelser til brug for en kraftfuld astronomi, idet jeg var sikker på, at jeg skulle tage observationernes objekter og stoffet fra Tycho, hvorimod midlerne skulle tages fra senere metoder (se F&T, s. 310).

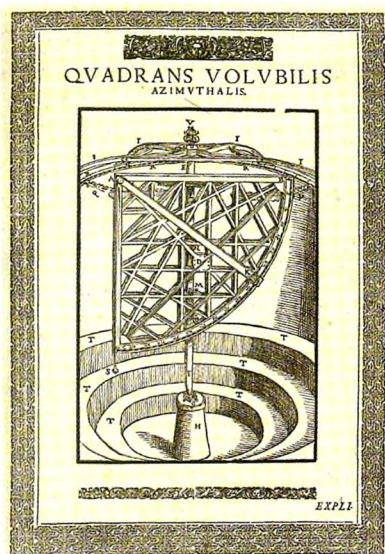
Rømer tager afstand fra nogle af de aktiviteter, han beskæftigede sig med på Akademiet, bl.a. observation af planeterne pletter og af Saturns og Jupiters måner – det selv samme arbejde, som vandt ham berømmelse med opdagelsen af lysets tøven. Han koncentrerer sig om at kortlægge rummet, men bruger de instrumenter, som blandt andet blev udviklet og beskrevet af ham selv under hans ophold i Paris.

Som direktør for Rundetårn var han også ansvarlig for at udstyre observatoriet med nye astronomiske instrumenter. Han fik bygget to hovedinstrumenter: en azimutal- og en ækvatorial-maskine (dvs. kikkerter, der drejede henholdsvis om en akse med samme hældning som Jordens og om en akse vinkelret på Jordens overflade). I det astronomiske værk, som Rømer sandsynligvis planlagde at udgive, viser tavlerne de instrumenter, han må have ment, var hans vigtigste: Jupitermaskinen, instrumenterne på Rundetårn, en kikkert i hans hjem i St. Kannikestræde og meridiankredsen fra det landobservatorium, han observerede fra i sine sidste år.

Hvis vi kikker nærmere på stikkene af instrumenterne i Rundetårn, afbilder de ikke en instrumenttype – det er snarere et *portræt* af et specifikt instrument (se [14], s. 139). De er også i høj grad en hyldest til Tycho Brahes *Mechanica* – Tycho Brahes værk om astronomiske instrumenter, hvor han, som nævnt, beskriver sine instrumenter i detaljer: deres konstruktion og brug (*usus et fabrica*). Rømer følger samme model. Begge er også optaget af at minimere fejlene på målingerne. Observationerne skal sammen med en beskrivelse af instrumenterne kunne stå alene. Instrumentet demonstrerer observationernes troværdighed, og som Rømer også fremhæver, så kan fejlkilder spores ved at studere det instrument, som observationerne er blevet foretaget med.



Figur 3. Rømers ækvatorialmaskine i Rundetårn [13].



Figur 4. Tycho Brahes drejelige azimutalkvadrant fra hans *Mechanica* [6], VI, s. 32).

Afbildningen af store astronomiske instrumenter som portrætter bliver gængs praksis i det 18. århundrede, hvor de store observatorier publicerede billeder af instrumenter sammen med deres observationskataloger. Et billede af instrumentet gav autoritet til observationerne, fordi kvaliteten af observationerne i høj grad afhang af kvaliteten af instrumenterne, og Rømers illustrationer

havde sandsynligvis netop dette formål – at bringe læseren så tæt som muligt på selve observationssituationen.

Rømer følger Tycho Brahes fokus på observationer til det sidste. På sit dødsleje kopierer Rømer Tycho Brahe ved at overlevere sine observationer til sin konfessor, på samme måde som Tycho selv umiddelbart før sin død overleverede sine til efterfølgeren Kepler. De var hans livsværk. På samme måde som Rømer lærte Tycho Brahes metoder at kende direkte gennem studiet af observationerne og instrumentbeskrivelserne, ønskede Rømer, at hans observationer skulle publiceres for eftertiden sammen med hans beskrivelser af instrumenter og observationsmetoder.

Observatorier, observationer og mekanik

Rømer fik i sine sidste leveår mulighed for at bygge et lille observatorium på sin svigerfars ejendom uden for København. Her kunne han opstille det instrument, han havde lavet forarbejdet til dels i Rundetårn, dels i sit lille husobservatorium, som Rømer havde oprettet i sit logi i St. Kannikestræde. Her havde han opstillet det første såkaldte passageinstrument – “solidt, fast og enkelt” (F&T, s. 310). Ved at låse kikkerten fast i nord-syd-retningen og dermed kun måle højder på himmellegemerne, var det muligt at reducere instrumentfejl betragteligt og – måske endnu vigtigere – at afsløre fejlkilder ved kredsens inddelinger. Rømer kunne med sine cirkulære kredse til aflæsning af målinger krydschecke sit instrument for fejl på en endnu mere effektiv måde, end Tycho Brahe kunne ved at sammenligne flere instrumenter.

Rømer beskrev sine planer for landobservatoriet i et brev til sin gode ven, filosofen og matematikeren Georg Wilhelm Leibniz. Brevet var et svar på Leibniz’ forespørgsel om råd til, hvordan man kunne indrette et lille observatorium til én eller to observatorer. Rømer svarede, at han ikke kunne give sine råd om observatorium og instrumentkonstruktion ordentligt i et brev – han ville hellere gøre det mundtligt.

Rømers tøven med at publicere og præference for mundtlig overlevering eller – endnu bedre – direkte demonstration af instrumenterne, blev også udtrykt af Horrebow i hans kommentar til brevet til Leibniz. Horrebow skrev, at Rømer kun kunne forklare sit arbejde til én, som er fortrolig med at observere, og som “med egne hænder” kan dreje instrumenterne og bruge sine egne Øjne og derved gøre sig fortrolig med deres konstruktion og anvendelse. Hvis ikke det blev til noget, vil det, sagde salig Rømer, vise sig, når observationerne engang ved skæbnens gunst bliver offentliggjort (se [13], kap. 17; [5], s. 109).

Rømers resultater kan altså forstås på to måder: ved at observere med instrumenterne selv eller gennem observationerne. Det var praksis, dvs. instrumenterne og observationerne, som demonstrerede resultaterne.

I samme brev til Leibniz karakteriserede Rømer astronomien, dens tætte tilhørsforhold til mekanikken og dens generelle ambivalente stilling mellem håndens og åndens arbejde. Efter at han har fået bygget sit observatorium og arbejdet med observationer, skriver

han til Leibniz i 1704:

Da jeg desuden har fået det mest mekaniske arbejdsområde af alle i den litterære verden (sådan opfatter jeg astronomien), der kræver sanser og hænder i lige så høj grad som tanke, så er der som bekendt altid noget, der mangler at blive eftersat eller justeret, og som ikke kan tilføjes ud fra spekulationer (dette ville jo være bedrag) eller opnås, når lejlighed byder sig; som regel kræver det kedsommelig venten (F&T, s. 309).

Videre skriver han, at hans metode indeholder så meget kontroversielt, at den ville være vanskelig at fæstne lid til "medmindre enhver observationsproces med disse instrumenter blev beskrevet klart og omfattende." Senere i 1704 skriver Rømer om sin meridiankreds på landobservatoriet:

Jeg mener at have opnået mine to forsæt. Det ene er, at det, der skal observeres, skal kunne stå til troende snarere ved sig selv end ved observatoren; ikke sådan at der ikke begås fejl, men sådan at fejlene afslører sig selv af selve det observerede og lader sig bedømme (se "Brev til Leibniz 1704", F&T, s. 330). Det andet er, at observator om dagen fra et lukket rum skal kunne overskue hele meridianen og første vertikal, hvorved horisonten bliver synlig.

Det er det første forsæt, som er spændende i denne sammenhæng. Rømer ønsker, at observationerne skal kunne stå alene. Det er ikke observatoren, som står inde for dem med sin personlige autoritet. Nej, fejlene afsløres af observationerne og instrumentet selv. På denne måde prøver Rømer at mekanisere observation – en proces som fortsatte op gennem de næste århundreder. Han prøver også at lade instrumenterne selv vise deres fejl og selv garantere konklusionerne nærmest uafhængigt af observatoren. Ligesom Rømers planetmaskiner simpelthen viste planeternes stillinger, skulle observationer og instrumentbeskrivelser vise det kopernikanske systems sandhed. Rømer ville kun skride til publikation, når observationer og instrumenter var selvforklarende, viste resultatet uden yderligere argumentation og selv påpegede fejlkilder. Ikke overraskende endte han med ikke at publicere størstedelen af sit arbejde.

Konklusion

Rømer følger idealerne for naturvidenskaben, som udviklede sig i det 17. århundrede, hvor fokus var på at fremvise naturens fænomener med instrumenter og lade observationerne tale for sig selv (se fx [2]). Til sammenligning havde Royal Society, som Rømer besøgte under sit ophold i England, det berømte motto *nullius in verba* – "tag ikke nogens ord for det". Det lader til, at Rømer i højere grad end sine samtidige tog denne forpligtelse på sig og ikke ønskede, at nogen behøvede at tage hans ord for de konklusioner, han nåede frem til. Her er han i modsætning til den faktiske

praksis i Royal Society, hvor benægtelsen af ordets vigtighed var en retorisk strategi, se [15].

Måske kan vi – som det tidligere er antydnet – finde noget af Rømers modvilje mod at publicere i hans jagt på at skrive sig selv ud af sine videnskabelige demonstrationer. At få observationerne til at klargøre teorien, instrumenterne til at påpege deres fejlkilder og metoden til at overflødiggøre den individuelle observator var dog for meget selv for Rømer, og hans store værk blev aldrig fuldført. Det lykkedes heller ikke Rømer at skrive sig selv ud af videnskaben og historien. Heldigvis da.

Litteratur

- [1] Karin Tybjerg, Jakob Danneskiold-Samsøe og Per Friedrichsen (2011), *Ole Rømer – I kongens og videnskabens tjeneste*, Aarhus Universitetsforlag.
- [2] Simon Schaffer og Steven Shapin (1985), *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle and the Experimental Life*. Princeton.
- [3] Peter Dear (2001), *Revolutionizing the Sciences. European Knowledge and its Ambitions, 1500-1700*. Basingstoke.
- [4] "F&T", Per Friedrichsen og Chr. Gorm Tortzen (2001), *Ole Rømer – Korrespondance og afhandlinger samt et udvalg af dokumenter*, C.A. Reitzel.
- [5] Elis Strömberg (1944), *Ole Rømer som Astronom*. København.
- [6] "TBOO", Tycho Brahe Dani Opera omnia, red. J.L.E. Dreyer (1913-1929). København.
- [7] Helge Kragh (2005), *Fra middelalderlærdom til den nye videnskab, 1000-1730. Dansk Naturvidenskabs Historie, bd. 1. Århus*.
- [8] Jean Picolet red. (1987), *Jean Picard et les débuts de l'astronomie de précision au XVII^e siècle*. Paris.
- [9] Tycho Brahe (1598); Tycho Brahe (1506); Tycho Brahe (1602).
- [10] Alice Stroup (1990), *A Company of Scientists: Botany, Patronage and Community in Seventeenth Century France*. Berkeley.
- [11] Jean-Pierre Séris (1987), *Machine et communication: du théâtre des machines à la mécanique industrielle*. Paris.
- [12] Jean-Gaffin Gallon (1735), *Machines et Inventions Approuvées par l'Académie Royales des Sciences depuis son établissement jusqu'à présent; avec leur description*. Paris.
- [13] Peder Horrebow (1735), *Basis astronomiæ sive astronomiæ pars mechanica in qua describuntur observatoria, atque instrumenta astronomica Roemeriana Danica simulque eorumdem usus, sive methodi observandi Roemerianæ in usum publicum, et præsertim in gratiam una prodeuntis valde insignis atque usus amplissimi nunquam non posteris memorandi Tridui Observationum Tusculanarum Roemerii ex fundamentis, exponuntur a Petro Horrebowio*. København.
- [14] Jim Bennet (2000), *Instruments and Illustrations in Eighteenth-Century Astronomy*. Artikel i bogen *Science and the Visual Image in the Enlightenment*, s. 137-154, red. William R. Shea. Canton.
- [15] Peter Dear (1985), *Totius in Verba: Rhetoric and Authority in the Early Royal Society*, *Isis* 76 (2), s. 145-161.



Karin Tybjerg er lektor på Medicinsk Museion ved Københavns Universitet. Hun forsker i grænsefladerne mellem medicin og fysik og arbejder musealt med at sammenkæde historiske samlinger, naturvidenskab og videnskabsfilosofi.