

Ole Rømers *Triduum*

Claus Fabricius, Det catalanske rumforskningsinstitut, IEEC-ICCUB, Barcelona

Ole Rømer (1644–1710) er især kendt for opdagelsen af lysets hastighed, men han var også en vigtig opfinder af astronomiske instrumenter. Han udførte en berømt række astronomiske observationer i løbet af tre døgn i oktober 1706 fra sit nye observatorium vest for København. De er kendt som hans “*Triduum*-observationer”, og på grund af deres høje nøjagtighed kom de til at spille en væsentlig rolle i løbet af det 18. århundrede i de første undersøgelser af stjernernes bevægelser. Det Danske Sprog- og Litteraturselskab har nu udgivet Ole Rømers *Triduum*-observationer i tre bind, og i den anledning holdt forfatteren den 9. februar 2023 dette oplæg ved præsentationen i Rundetaarn.

I 1665 var England ramt af en pestepidemi. Det førte til nedlukninger, og universitetet i Cambridge sendte studenterne hjem. Unge Isaac Newton – han var 22 år – tog derfor hjem til gården i Woolsthorpe i Lincolnshire et stykke nord for Cambridge. Der stod der et senere så berømt æbletræ, hvorfra unge Isaac så et æble falde, og det satte som bekendt nogle tanker i gang, der hjalp ham videre, med problemer han allerede tumlede med. Toogtyve år senere – i 1687 – udkom så Newtons hovedværk, *Principia*, i tre bind. Det var der, han formulerede sine tre bevægelseslove og gravitationsloven. Newtons ideer var komplet uforståelige for samtiden, og det tog næsten hundrede år inden de blev alment accepterede, men de kom som bekendt til at få kolossal betydning både for astronomien og fysikken. Også i København blev Newton mødt med skepsis, og hverken Rømer eller hans efterfølgere tog hans idéer synderlig alvorligt.

Heraf kan vi lære, at nye idéer – selv vældig gode ideer – kan have svært ved at trænge igennem. En anden konklusion – en uundgåelig konklusion – er, at dette æbletræ på gården i Woolsthorpe må have været i besiddelse af en ganske særlig kraft. Frugttræer er jo vigtige i mytologien.

Det var derfor helt naturligt, at Københavns Universitet besluttede at anskaffe en aflægger af dette træ. Måske der stadig var lidt saft og kraft tilbage – selv i en aflægger – om så bare i en lidt afsvækket form. Træet blev plantet ude i Universitetsparken i efteråret 2001. Jeg havde dengang min daglige gang på de kanter, og gik derfor over for at se dette særlige træ. Der mødte jeg Jan Teuber, der heller ikke havde kunnet nære sig, og han opfordrede mig til at tage ind her i bibliotekssalen til præsentationen af en bog om Ole Rømer. Jeg tror endda, det var samme dag. Det var den store bog med Rømers korrespondance og afhandlinger, som Per Friedrichsen og Gorm Tortzen havde arbejdet på i mange år. Den fik mange velfortjente, rosende ord med på vejen, men der var dog en enkelt taler, der ikke kunne dy sig for at sige: “men *Triduum* mangler”. Det vidste Per og Gorm selvfølgelig godt, og faktisk gik Gorm rundt og uddelte løbesedler, der reklamerede for et skan af *Triduum*-manuskriptet, som Det Kongelige Bibliotek havde lagt ud på nettet.

Efter præsentationen endte jeg i et lidt fugtigt lokale i Købmagergade sammen med Jan, Per og Gorm. Det var igen Jan, der skubbede på. Der blev nogle tanker sat i gang, og her toogtyve år senere kan vi så endelig

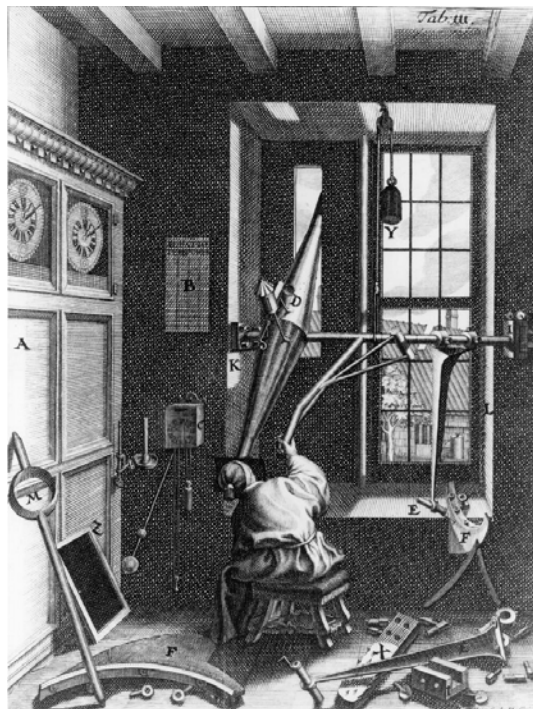
præsentere disse tre bind om *Triduum*. Vi kom egentlig først i gang i 2005 og fik hurtigt Niels Therkel Jørgensen med. Allerede året efter kunne vi præsentere de første resultater ved et seminar på Kroppedal, men derefter gik tempoet ned. Både Jan og Per havde problemer med helbredet, og vi mistede Jan i 2008 og Per i 2011. Dem savner vi i dag! Det var hele vejen igennem Per, der var den ledende kraft, og da han faldt fra, gik det hele i stå. Efterhånden kom vi dog i gang igen, og med stigende appetit efterhånden som arbejdet skred frem. Det lille appendiks med nogle få afsnit af bogen *Basis Astronomiæ* er endt som det største af de tre bind. “Vi har så mange kapitler med, at vi lige så godt kan tage det hele”, sagde Gorm, men det var vist før, han blev klar over, hvor stor en mundfuld det faktisk var.



Figur 1. Maleri af Ole Rømer fra omkring 1695–1700 af ukendt maler.

Vi springer nu til 1710. Om sommeren det år blev Rømer alvorligt syg, og han døde i september. Inden nåede han dog at gøre testamente. Hele boet tilfalder hustruen, den kun 30-årige Else Malene Bartholin, men også søsteren og hendes børn bliver betænkt. Det, der virkelig bekymrer ham, er dog de mange tusinde astronomiske observationer, der står upublicerede i tykke protokoller. Det, han så gør, er at betro sin

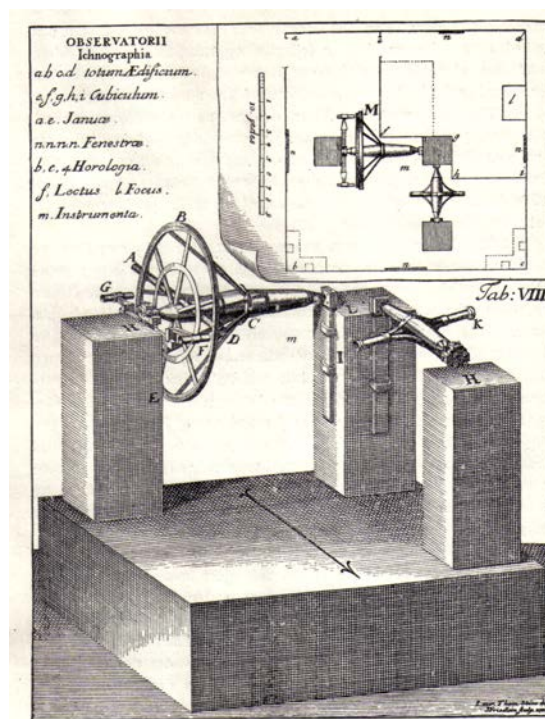
sjælesørger, Christen Worm, et manuskript med en kopi af observationsprotokollen for tre døgn i oktober 1706 med godt 250 observationer fra observatoriet ved Pilenborg. Det er disse observationer, der går under betegnelsen *Triduum*, og det er det manuskript, der udgør vores tredje bind. Vi ved ikke præcis, hvad Rømer bad Christen Worm om at gøre med manuskriptet, men et godt gæt er, at han skulle sørge for, at det blev publiceret.



Figur 2. Ole Rømers husobservatorium i Store Kannikestræde i København. Han sidder selv ved passageinstrumentet, der er vist i adskilt tilstand på gulvet. Fra Peder Horrebows *Basis Astronomiæ* (1735).

Pilenborg var Bartholinfamiliens lille landsted i udkanten af Vridsløsemagle. Rømers svigerfar, Caspar Bartholin, havde giftet sig med en noget ældre enke. Enken havde en datter, Anne Marie, af første ægteskab, og Caspar havde en bror, Hans, der var en halv snes år yngre end ham selv. Det gik så, som det måtte gå, og Hans endte med at gifte sig med Anne Marie. Her var altså to brødre, der var gift med en mor og en datter, og det var de to familier, der byggede Pilenborg sammen. I nærheden af Pilenborg fandt Rømer en bakke med frit udsyn til de fire verdenshjørner. Det var det ideelle sted for det observatorium, han havde drømt om i 30 år. Han lejede jorden af den lokale fæstebonde, og i sommeren 1704 byggede han en lille bindingsværkshytte på godt 25 m² med lerklinede vægge og lerstampet gulv. Den skulle skærme kikkerterne og tillade observationer af hele meridianen. Det var ikke prestigebyggeri som Solkongens imponerende observatorium i Paris, hvor han havde tilbragt små ti år. Det var en lille, billig bygning tilpasset kikkerternes faktiske behov. Til gengæld står pariserobservatoriet der endnu og er stadig imponerende, mens Rømers lille hytte på lejet jord hurtigt forsvandt. Det gør den imidlertid ikke mindre vigtig. Resterne af Rømers bygning er i dag optaget på listen over astronomisk verdensarv.

Hovedinstrumentet i Pilenborgobservatoriet var Rømers nyopfundne meridiankreds. En kikkert der er monteret på en vandret øst-vest akse og kun kan observere stjernerne, når de passerer meridianen – altså linjen fra nord over zenit til syd. En sådan kikkert kan bruges til at bestemme stjernernes positioner ud fra tidspunktet, hvor de krydser meridianen, og ud fra højden over horisonten. Rømer havde allerede en prototype monteret i vinduet hjemme i Store Kannikestræde, men der kunne han kun se et begrænset udsnit af meridianen. Det, Rømer havde indset, var, at med hele meridianen til rådighed ville han have langt bedre styr på kikkertens opstillingsfejl – fx kikkertaksens afvigelse fra den nøjagtige vandrette øst-vest orientering – og han ville have mulighed for at bestemme lysets bøjning i atmosfæren.



Figur 3. Laurits Skives tegning ca. 1704 af instrumenterne i observatoriet ved Pilenborg. Meridiankredsen er monteret på en øst-vest akse, C; selve kikkerten er AD. Delekredsen, B, aflæses med to mikroskoper, vist ved F og G. Jævn-døgnsinstrumentet, K, blev ikke benyttet under *Triduum*. Bygningen rummede også et soveværelse, efghi, med seng, f, og ildsted, l.

Hvad skulle disse observationer så bruges til? Vi har ikke en formel programmerklæring fra Rømers side, men ud fra hans breve og afhandlinger har vi alligevel et klart indtryk. Banerne for planeterne, Månen og Solen var ikke kendt med særlig stor nøjagtighed, og der manglede et godt referencenet af stjerner med kendte positioner, og så var der den helt store udfordring: den årlige parallakse. Hvis Copernicus havde ret, hvis Jorden faktisk kredser omkring Solen, ja, så skal stjernernes positioner variere i årets løb. Ser vi på stjernerne i dag – og igen om en halvt år, når vi befinder os på den modsatte side af Solen, så skal stjernernes indbyrdes stilling have ændret sig alt efter afstanden mellem dem og os. Det var endnu ikke lykkedes at observere en sådan effekt, hvilket var højst utilfredsstillende, da alle egentlig regnede med, at Copernicus faktisk havde ret. Heller ikke Tycho Brahe

havde kunnet påvise nogen parallakse, men mente til gengæld at kunne se stjernerne som små skiver. Hvis de virkelig var så langt væk, at parallaksen ikke kunne ses, måtte stjernerne være urimeligt store, og derfor kunne Solen ikke være centrum. Kepler på sin side ville gerne have Solen i centrum, så han konkluderede, at stjernerne åbenbart var kolossalt store, og derfor med en kun svagt lysende overflade. De tog begge fejl. Spørgsmålet om stjernerne som synlige skiver blev løst med kikkertens opfindelse – der var tale om et synsbedrag – men problemet med den manglende parallakse bestod.

74 PARALLAXIS ORBIS ANNUI.
§. 175. Demonstratio parallaxeos orbis annui

	Anno 1701.	
	Vere.	Aut.
Intervalla correcta ex Copern. Tr. inter transitus Sirii & Lyræ per meridianum machinæ Domesticæ ultra h. 11. 54 m.	59. 0	
	58. 15	55. 30
	58. 15	56. 0
	60. 0	54. 53
	61. 15	
Media inter excessus & defectus intervallor.	59. 21	55. 28
Correctio ob Motum rectascens. Sirii præ Lyræ.	0	21
Intervalla ad tenor. Veris 1701 reducta - -	59. 21	55. 49
Intervalla post spatia semestria - - - -	55. 49	59. 13
Diff. duplum parallaxeos orbis annui - -	3. 32	3. 24
Medium inter extrema, five deficientia & excedentia, 4 sec.		

Figur 4. Ole Rømers observationer af parallaksen forår og efterår 1701 for Sirius og Vega (α Lyræ).

Rømer angreb parallakseproblemet med observationer af to stjerner: Sirius og Vega. De er meget klare, og måtte derfor formodes at være blandt de nærmeste stjerner. De står også omtrent modsat hinanden på himlen: Sirius ser vi om vinteren, og Vega om sommeren. De passerer derfor meridianen med ca. 12 timers mellemrum. Rømers idé var nu at bestemme denne tidsforskel – fra Sirius til Vega – dels om foråret, og dels om efteråret. Det er observationer, der skal udføres tæt på solopgang og tæt på solnedgang. Han fulgte disse stjerner gennem flere år hjemme fra Store Kannikestræde, og konklusionen var klar: Tidsforskellen var fire sekunder større om foråret end om efteråret. Det var meget mindre, end han havde regnet med, men det lignede et sikkert resultat. Det ville være fantastisk, hvis det var rigtigt, men det var det ikke. I dag ved vi, at parallakserne for disse to stjerner ikke engang giver en variation på en tiendedel sekund, altså langt mindre end Rømers fire sekunder. En af grundene til, at Rømer søgte uden for byen, var netop at få bedre styr på instrumentets små fejl ved at bruge hele meridianen, så han kunne få resultater, der ville overbevise andre. Han følte sig egentlig sikker i sin sag, men det var klogt af ham at forholde sig afventende. En ting han hurtigt kontrollerede var, om urene var tilstrækkeligt stabile. Tidsforskellen om foråret var fra aften til morgen, altså hen over den kolde nat, hvor urenes penduler ville blive koldere, og urene derfor gå hurtigere. Om efteråret var det omvendt. Han lavede derfor termometre og bestemte metallers længdeudvidelse og konkluderede, at urene var gode nok. Under *Triduum* blev Sirius og Vega naturligvis observeret, hver gang de passerede meridianen.

Et andet stort spørgsmål, Rømer overvejede, var stjernernes mulige bevægelser. I sin notesbog, *Adversaria*, gør Rømer sig tanker om, hvorvidt stjernerne mon flytter sig mellem hverandre. Det mente han, de måtte gøre, men vi ved ikke, om han håbede at kunne påvise det. Det ville have været langt mere realistisk end at bestemme parallaksen, men det kunne han ikke vide.

OBSERVATIONES DIE 21 OCTOBRI 1706. 159

ECLIPSIS LUNÆ

Ex diario observationum descripta, ubi ab ipso Observatore re adhibita est facilis correctio, ut observata ad æqvabilitatem redigerentur. Annotationes ex diario simul & observationum protocollo, collecta sunt. Vide §. 401.

Hor.	m.	sec.	Initium.	Digiti obscurati.	Hor.	m.	sec.	Finis.
20	26	30	-	-	23	6	15	
20	32	0	-	I Dig.	23	0	15	
20	36	15	-	II Dig.	-	-	-	
20	39	0	-	III Dig.	22	53	15	
20	42	0	-	subtensa VIII Dig.	22	50	30	
20	46	0	-	III Dig.	22	46	15	
20	53	30	-	IV Dig.	22	38	45	
21	2	15	-	V Dig.	22	30	0	
21	12	30	-	VI Dig.	22	20	0	
21	24	45	-	VII Dig.	22	7	30	
21	46	0	-	VIII vel VII Dig.	21	46	0	
				Maxima obscuratio.				

Luna pars obscurata rubore subnigro rehteat fere inflar eandem metalli. Post observationem Eclipsi Luna videbatur 3 digiti major, quam ubi includeretur craticula filorum. Hæc Eclipsi incepit 43m. prius, quam prædicerat calculus Rudolphinarum tabularum; fuit etiam aliquanto major.

Figur 5. Ole Rømers observationer af en måneformørkelse den 21. oktober 1706.

På sit dødsleje gav Rømer altså provst Worm et manuskript med tre døgns observationer i oktober 1706. Hvorfor lige de tre døgn, kunne vi spørge, ud af mange års observationer? De tykke bind med resten af observationerne blev opbevaret her i lokalet og forsvandt sammen med hele universitetsbiblioteket ved Københavns brand i 1728. I dag har vi kun disse tre døgn tilbage, det vil sige, vi har faktisk også nogle spredte observationer i en bog Rømers efterfølger Peder Horrebow udgav året før branden. Det er en ganske lille bog på et halvhundrede små sider og med den imponante titel: *Copernicus Triumphans*. Her bruger Horrebow Rømers observationer til at påvise den årlige parallakse, dels med observationer fra Store Kannikestræde og dels med observationer fra Pilenborg. Han er selvfølgelig opmærksom på problemet med instrumentfejlene, men det løser han ved også at inddrage den klare stjerne Capella, idet tidsforskellen mellem Capella og Vega er mindre følsom over for disse fejl, fordi disse to stjerner krydser meridianen i nogenlunde samme højde, mens Vega og Sirius når meget forskellige højder. Igen finder han en overbevisende parallakse, så nu er han helt sikker i sin sag. Det hele er omhyggeligt dokumenteret, men resultatet er unægtelig overraskende, da vi jo i dag ved, at han umuligt kan have påvist nogen parallakse. Så hvordan kan han så have fundet et uigendriveligt bevis? Vi har kikket Horrebow i kortene, og heldigvis spiller han med åbne kort. Det viser sig, at han har begået en alvorlig fejl – en begrebsmæssig bommert. Det regnestykke, han stiller op, er forkert. Det er faktisk skrupforkert. Når man først har fået øje på det, skrider det til himlen. Regner man tallene rigtigt igennem,

forsvinder parallaksen. Horrebows lille bog om den triumferende Copernicus er for længst glemt. Det er ikke nogen succeshistorie, og vi holder jo mest af succserne, men videnskabens fremskridt er nu engang ledsaget af talrige fejltagelser. Horrebow giver kun nogle få observationer for en halv snes nætter, men det er alligevel nok til, at vi kan kontrollere urenes stabilitet og en enkelt komponent af kikkertaksens orientering, nemlig hvor langt kikkerten sigter ved siden af himlens nordpol. Den gode nyhed er, at vi har påvist, at urene var fuldt ud så stabile, som Rømer mente, de måtte være. Den dårlige nyhed er, at kikkertaksen svingede vildt i orientering mellem de forskellige observationsperioder. "Vildt" vil sige nogle tiendedele millimeter eller en halv millimeter til den ene eller den anden side. Det er meget! Rømers beskedne budget, da han byggede sit lille observatorium, rakte kun til simple fyrretræsstolper til at bære kikkertaksen. Den slags stolper er ikke stabile, og det var Rømer selvfølgelig klar over, eller vi skal måske sige, at han blev klar over det. Ifølge Horrebow ønskede Rømer sig solide mure i stedet for træstolper, men det nåede han aldrig til.



Figur 6. Ole Rømers planetarium til illustration af planetbaner. Til venstre ses planetsiden med Solen i centrum for de seks planeter i elliptiske baner. Til højre ses stjernesiden af planetariet med omkring 100 stjerner.

Det, der nu er særligt ved *Triduum*, er, at her var kikkerten i enhver henseende veljusteret. Sol, Måne og alle planeter blev observeret hvert af de tre døgn og derudover nogle og firs stjerner. Vejret holdt, og alt fungerede perfekt. I tilgift observerede de en måneformørkelse med en særlig kikkert, Rømer havde udviklet i Paris, og Solen blev observeret to af dagene med et andet specialinstrument: de korresponderende højders pendul. Ud fra observationer af Solen om formiddagen og om eftermiddagen i præcis den samme højde, fik man en uafhængig bestemmelse af tidspunktet, hvor Solen havde sin største højde. Det er ikke afgørende, hvilken højde man benytter, men at man noterer tidspunkterne, hvor Solen er i den pågældende højde. *Triduum* var en observationskampagne, der var lagt meget arbejde i, og den var noget helt enestående. Det giver derfor vældig god mening, at det netop var de observationer, Rømer i særlig grad ønskede publiceret.

Rømers efterfølger, Laurits Skive, døde et år efter Rømer under pesten i 1711. Vi kender ham i dag stort set kun som manden bag kobberstikkene med Rømers instrumenter. Skives efterfølger, Jørgen Rask, holdt kun et par år, så det blev Peder Horrebow, der måtte løse

opgaven med at publicere *Triduum*. Det tog ham lidt over tyve år, og resultatet blev *Basis Astronomiæ* med beskrivelser af Rømers mange instrumenter og med en tabel over selve *Triduum*-observationerne. Denne bog indgår som bind to i det arbejde, vi præsenterer i dag.

Basis Astronomiæ fik stor betydning, dels ved at dokumentere Rømers ideer og dels på grund af *Triduum*. Den første til at gå om bord i Rømers observationer var Tobias Mayer i Göttingen. Ved at sammenligne nyere observationer med Rømers fra halvtreds år før, var det tydeligt, at mange af stjernerne havde flyttet sig. *Triduum* var vigtig, dels på grund af de mange års forskel og dels fordi observationerne var langt nøjagtigere end andre observationer fra den tid. Senere, i 1783, hørte den tyske engelske astronom William Herschel om Mayers arbejde og påviste ud fra blot 13-14 stjerners bevægelser, at selve solsystemet bevæger sig gennem rummet. Det ser man som en strømning i stjernernes bevægelser hen mod et bestemt punkt på himlen. Ud over stjernernes egne bevægelser spiller altså også Solens bevægelse ind. Det var en dristig påstand på så spinkelt et grundlag, men Herschel havde ret i sin konklusion.

Rømers meridiankreds var langt bedre end de traditionelle kikkerter, men den vandt kun langsomt udbredelse. Nye ideer – selv vældig gode ideer – kan have svært ved at trænge igennem. Op gennem 1800-tallet gik det dog stærkt, og meridiankredse var nu uundværlige for ethvert observatorium.

Alt dette gør vi rede for i de tre bind, vi præsenterer i dag. De har været længe undervejs – faktisk toogtyve år – men det har også været et projekt med mange afbræk. Jeg ved ikke, om det er kraften fra Newtons æbletræ, der har båret det frem, men uden det træ var det ikke blevet til noget.

Litteratur

- [1] C. Fabricius, N.T. Jørgensen og C.G. Tortzen (2023) "Ole Rømer's *Triduum* vol. I-III", Det Danske Sprog- og Litteraturselskab (www.universitypress.dk).

Bind I beskriver Rømers liv og virke samt etableringen af det nye observatorium, og det præsenterer en detaljeret, moderne analyse af observationerne. Breve og manuskripter giver et indtryk af Rømers tanker, og selve observationerne giver en detaljeret forståelse af hans instrumenter og ure. Bind II indeholder en fotografisk gengivelse af *Basis Astronomiæ* med en engelsk oversættelse af den latinske tekst, mens bind III præsenterer en fotografisk gengivelse af *Triduum*-manuskriptet fra 1710, som for første gang udgives i sin originale form.



Claus Fabricius er lic.scient. og uddannet fra Københavns Universitet. Han arbejdede ved observatoriet i Brorfelde 1980–94 i forbindelse med det dansk-engelske meridiankredsprojekt på La Palma; derefter i København på det europæiske Hipparcos/Tycho projekt og siden 2005 i Barcelona på det europæiske Gaia projekt.