

Tycho Brahe

- Danmarks berømte astronom

Af Louis Nielsen
Cand.scient. i fysik og astronomi
Lektor ved Herlufsholm

Den 24. oktober 2001 nåede rumsonden *2001 Mars Odyssey* frem til Mars. Her blev den styret ind i et kredsløb omkring den røde planet, hvor der rasede en omfattende og meget kraftig sandstorm. Datoen markerede også, at det - efter den julianske kalender - var 400 år siden, at astronomen Tycho (egentlig Tyge) Brahe døde.

Tycho Brahe er specielt kendt for sine systematiske observationer af planeten Mars, og han kan med rette kaldes den moderne observations-astronomis grundlægger. Han indså vigtigheden af, at foretage systematiske og nøjagtige målinger af himmelobjekterne. Til dette formål konstruerede han, sammen med sine instrumentmagere, forskellige typer af sigte- og vinkelmåle-instrumenter. Med disse studerede han stjerner og planeter med det blotte øje. Kikkerten blev - desværre - først opfundet i 1609 af italieneren *Galileo Galilei (1564-1642)*, altså efter Tycho Brahes død.

På øen Hven i Øresund etablerede Tycho Brahe et privat videnskabeligt center, der i perioden 1576-1597 var Europas centrum for astronomisk forskning.

I det følgende et minde om en af Danmarks store naturforskere.



Tycho Brahe (1546-1601)

Den afhuggede næsetip

Tycho Brahes far *Otto Brahe (1518-1571)* giftede sig med moderen *Beate Bille (1526-1605)* i 1544. De fik fem sønner: Jørgen, Axel, Knud, Steen og Tyge (Tycho), og fem døtre: Lisbet, Maren, Margrethe, Kirsten og Sophie.

Tycho Brahe blev født den 14. december 1546 (efter den julianske kalender) på herregården Knudstrup i Skåne, der indtil 1659 tilhørte Danmark.

Tycho, der var den førstefødte, havde en tvillingebror, Niels, der døde ved fødslen. Et år gammel blev Tycho adopteret og opdraget af sin farbroder, *Jørgen Brahe (1515-1565)* og dennes hustru, der ikke kunne få børn. Allerede omkring 12 års alderen blev Tycho Brahe indskrevet ved Københavns Universitet, hvor han som adelig, sædvanen tro, skulle studere filosofi, jura og retorik.

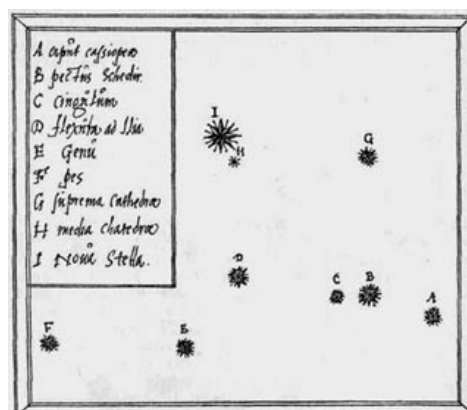
En forud beregnet delvis solformørkelse, der indtræf 21. august 1560, imponerede Tycho Brahe i en sådan grad, at den sandsynligvis har inspireret ham til at studere astronomi, matematik, astrologi og alkymi. I årene indtil 1570 studerede Tycho Brahe forskellige steder i Europa bl.a. i Leipzig, Wittenberg, Rostock, Basel og Augsburg.

Under et studieophold i Rostock, i 1566, kom Tycho, ved en drukfest, i fægteduel med den senere danske Rigsråd *Manderup Parsberg (1546-1625)*. Duellen endte med, at Tycho blev ramt midt på næseryggen således, at en del af næsen blev hugget af. For at pynte på sin vansirede næse benyttede Tycho resten af sit liv en protese lavet af sølv, guld, messing og voks.

Den 'nye' stjerne

Efter sin faders død i 1571 bosatte Tycho sig hos sin morbroder *Steen Bille (1527-1586)* på Herrevads Kloster i Skåne. Her fortsatte han sine astronomiske og ikke mindst alkymistiske studier. Sidstnævnte havde bl.a. til formål at udvikle lægemidler, som blev fremstillet af bl.a. giftige kviksølvforbindelser. Disse stoffer har uden tvivl langsomt forgiftet Tycho.

Det var også her, at Tycho oplevede et sjældent himmelfænomen - tilsynekomsten af en 'ny' stjerne. Den 11. november 1572 (efter juliansk kalender) opdagede Tycho en 'ny' kraftig lysende stjerne i stjernebilledet Cassiopeia. Da Tycho var kendt med stjernehimlen, kunne han med sikkerhed konstatere, at der var dukket en 'ny' stjerne op på himmelen. Den 'nye' stjerne var lige så lysstærk som Venus, og den kunne endog ses om dagen. Først i løbet af 1574 blegnede den 'nye' stjerne mere og mere for igen at blive usynlig. Opdagelsen gjorde op med den tro, at stjernehimlen var uforanderlig! I dag ved vi, at Tycho var vidne til en eksploderende stjerne, en såkaldt supernova. Betegnelsen nova - ny - fører tilbage til titlen på Tycho Brahes skrift fra maj 1573, hvor han beskriver det himmelske fænomen. Skriftet med den latinske titel "*De Nova Stella*", dvs. "Om den nye stjerne" gjorde Tycho berømt over det meste af Europa.



Tegning fra skriftet "De Nova Stella". Stjernen I øverst til venstre er den "nye" stjerne som Tycho Brahe opdagede i 1572.

Nedenfor citeres, på dansk, lidt af indholdet i "De Nova Stella":

"Forgangent år, den 11. november om aftenen efter solnedgang, da jeg efter sædvane betragtede stjernerne på den klare himmel, så jeg omtrent lige over mit hoved en ny og usædvanlig alle andre overstrålende stjerne funkle. Og da stod det mig, som næsten fra barndommen af kendte alle stjerner på himlen (en viden man uden vanskelighed kan skaffe sig), tilstrækkeligt klart, at ingen stjerner nogensinde tidligere havde eksisteret på dette sted af himlen, ikke engang den mindste, endsige da en stjerne af så påfaldende klarhed, faldt jeg i en sådan forundring derover, at jeg ikke kunne afholde mig fra at tvivle på mine egne øjne. Da jeg imidlertid bemærkede, at også andre kunne se stjernen på det angivne sted, tvivlede jeg ikke længere. I sandhed: Det var det største under, der havde vist sig i helle naturen siden verdens begyndelse, eller i hvert fald lige så stort som det, de hellige skrifter beretter at have fundet sted, dengang Solens løb standsedes af Joshvas bønner eller da den formørkedes på det himmelske soneffers tid. Det står nemlig alle filosoffer klart og er også i og for sig indlysende nok, at der i den himmelske verdens ophøjede region ikke sker nogen forandring hverken i retning af opståen eller undergang. Men Himlen og de himmellegemer, den rummer, forøges ikke, formindskes ikke, ændres ikke, hverken i tal, størrelse eller lysstyrke, eller på nogen anden måde, men himmellegemerne forbliver stedse uforanderlige, altid i samme skikkelse, idet de ikke angribes af årets gang. Iagttagelser gjorde gennem århundreder af alle mestre, viser desuden, at alle stjerner bestandig bevarer samme antal, plads, orden, bevægelse og størrelse, som de også kan ses at bevare i vore dage efter omhyggelig iagttagelse af dem, der har fundet glæde ved de himmelske ting. Og vi læser heller ingen sinde, at nogen ny stjerne tidligere er blevet iagttaget af nogen mester med undtagelse af Hipparchus, hvis man da tør forlade sig på Plinius. Hipparchus har nemlig iagttaget en anden stjerne, som ikke tidligere sås og som er opstået i hans tid, efter hvad Plinius fortæller i sin Naturhistoriens 2. bog. Hans ord finder jeg det rigtigst at anføre her, da de, som i almindelighed så her, er både malende og skønne: "Denne Hipparchus, som aldrig er lovprist tilstrækkeligt, fordi ingen bedre end han har bevist stjernernes slægtskab med mennesket og vore sjæle er en del af himlen, opdagede en ny og anden stjerne, opstået på hans tid, og på grund af dens forandring på den dag, da den tændtes, kom han til at grunde over, om slikt ikke hændte sig oftere, og om ikke også de stjerner, vi anser for faste, er i bevægelse. Han har endogså haft den dristighed at optælle dem for efterkommerne, bestemme deres forhold ved udtænkte apparater, ved hvis hjælp man kunne bestemme de enkeltes sted og størrelse, så det deraf kunne ses, ikke blot om de forsvandt eller opstod, men også om de tiltog eller aftog."

Tycho Brahes børn

Før Hven-æraen havde Tycho Brahe, i 1573, giftet sig - uden kirkelig vielse - med den ikke-adelige Kirstine Babara Jørgensdatter.

Tycho og Kirstine Barbara fik otte børn: Kirstine, Magdalene, Claus, Sophie, Elisabeth, Sidsel, Tyge and Jørgen.

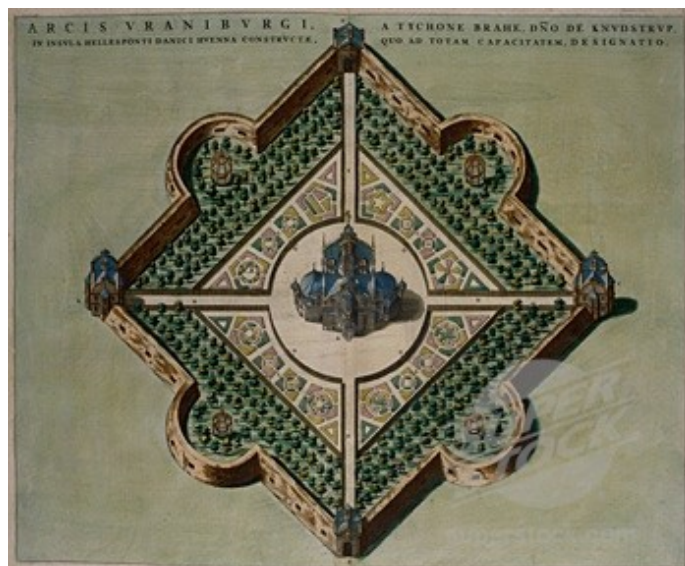
- Kirstine blev født den 12. oktober 1573, men døde allerede som barn den 24. september 1576. Hun blev begravet i Maria Kirken i Helsingborg, hvor der er en mindetavle.
- Magdalene blev født i 1574 og døde 1620(?). På Uraniborg blev hun trolovet til Gellius Sascerides, en medicinstuderende, som hun havde kendt siden barndommen. Men Gellius brød forbindelsen, således at hun forblev ugift.
- Claus eller Claudius blev født den 2. januar 1577, men døde seks dage senere den 8. januar. Han blev begravet i Väsby Kirke på Kullen, hvor der findes en mindetavle i messing.
- Sophie blev født den 4. august 1578. Visse kilder hævder, at hun blev gift med en Adam Felz, der skulle være født i 1601, og således 23 år yngre end Sophie. Sammen skulle de have fået en datter kaldt Julie. Ifølge andre kilder døde Sophie som pebermø i 1655(?).

- Elisabeth eller Lisbeth blev sandsynligvis født i 1579. Hun døde i Regensburg i 1613. I 1601 blev hun gift med den tyske adelsmand Franz Gansneb Tengnagel von Kamp som havde været Tycho Brahes assistent siden 1595. Franz fortsatte dog ikke hos Tycho Brahe, men skabte sig en politisk karriere. Elisabeth og Franz fik to børn: En datter der ægtede en polsk adelsmand Wybronowsky, og en søn, Rudolf Tycho, der giftede sig med den Bøhmiske adelskvinde Alzbeta Frantizka Berkovska.
- Sidsel eller Cecilie fødtes 1580. I 1608 blev hun gift med den svenske baron Gustav Sparre. Efter hans død giftede hun sig med østrigeren von Prössing. Det menes, at hun døde i Krakow i 1640.
- Tyge blev født den 28. august 1581, og han døde den 2. september 1627. Tycho Brahe havde store forventninger til sin søns fremtid. Han blev uddannet på universitetet i Wittenberg. I 1604 giftede han sig med enken Markyta von Vitzthum. De boede nær moderen Kirstine Barbaras gods i Bøhmen. Kun to af deres fem børn nåede voksenalderen, det var Christine Barbara og Otto Tyge.
- Jørgen eller George blev født i 1583. Han blev dræbt under en rejse i 1640 i Bøhmen.

Tycho Brahes familie, den danske Brahe-slægt, uddøde på den mandlige side da Preben Brahe døde i 1786.

Videnskabscenter på øen Hven

Som et resultat af berømmelsen, og på en anbefaling af *Wilhelm af Hessen (1532-1592)*, fik Tycho i 1576 øen Hven i Øresund som forlening af *Kong Frederik 2. (1534-1588; Konge 1559-1588)*. Han tildeltes også et årligt underhold på 500 rigsdaler og midler til bygning af bolig og observatorium. Den 8. august 1576 blev grundstenen lagt til slottet og observatoriet 'Uraniborg', dvs. 'Himmelborgen' (af gr. uranos: himmel). 'Uraniborg' stod færdigt i slutningen af 1580.



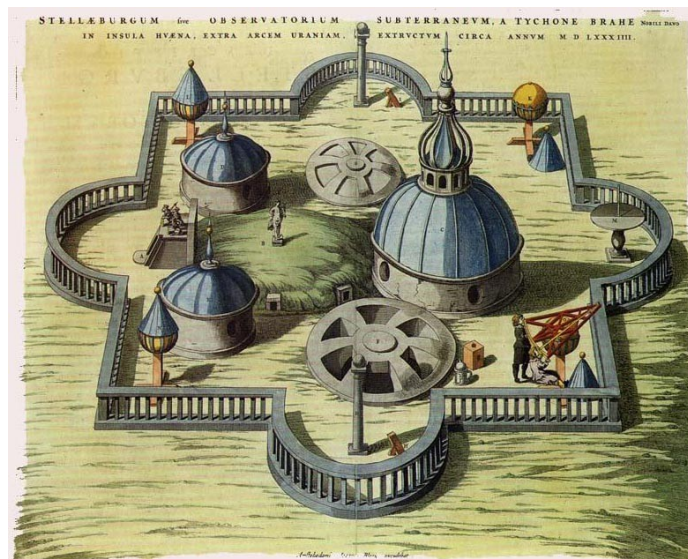
Model af observatoriet Uraniborg på Hven



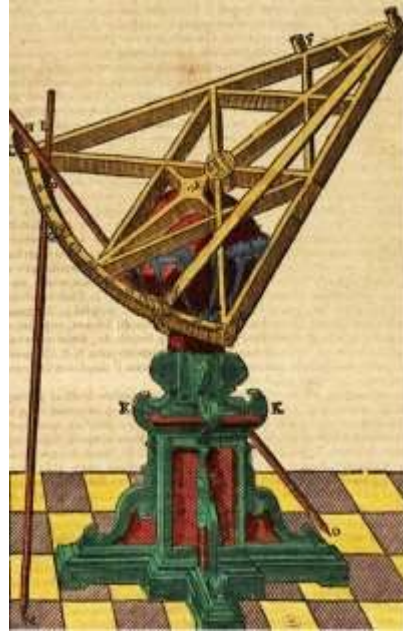
Den store Murkvadrant

Observatoriet Stjerneborg

Ved siden af 'Uraniborg' blev et observatorium kaldet 'Stjerneborg' bygget i 1584. Det bestod af et delvist underjordisk bygningskompleks, hvor de astronomiske instrumenter kunne placeres stabilt og i læ af vind og vejr. En papirmølle til produktion af papir og et trykkeri blev også opført. I løbet af nogle år blev Hven udviklet til et videnskabeligt centrum, hvorfra viden om astronomi, astrologi, alkymi, meteorologi m.m. blev udbredt til det øvrige Europa.



Model af Stjerneborg



Sekstant til vinkelmålinger

Komet uden for Månens bane modsiger troen

I 1577 opdagede Tycho en komet. Efter at have fulgt dens bevægelse på himlen, kunne han argumentere for, at den bevægede sig uden for Månens bane. Dette var intet mindre end en vovelig påstand, idet man siden oldtiden havde været fast i troen på, at kometer var et fænomen i Jordens atmosfære.

Landflygtighed til Prag

Efter *Christian 4. (1577-1648; Konge 1588-1648)* pompøse kroning i 1596 begyndte uoverensstemmelser mellem Rigsrådet, Hoffet og Tycho Brahe. Flere klagede over Tychos embedsførelse, bl.a. at: Tycho havde ansat en ikke-ordineret præst på Hven! Tycho havde ikke i 18 år været til sakramentet dvs. til alters! Tycho forfulgte som herremand Hvens bønder! Tycho havde, til fare for skibsfarten, undladt at holde fyret på Kullen tændt om natten!

Med disse anklager og en nedtrapping af de økonomiske midler, besluttede Tycho Brahe i 1597 at forlade Danmark. På et lejet skib rejste Tycho med sin familie og alle sine instrumenter først til Rostock, og derefter til slottet Wandsbeck ved Hamburg. En bog, om sine instrumenter, som han skrev her, blev tilegnet den videnskabeligt interesserede tysk-romerske kejser Rudolf 2. (1552-1612; kejser, 1576-1612).

Ved påsketid i 1599 ankom Tycho til Prag, hvor han havde fået stillingen som kejserlig astronom og matematiker hos Rudolf 2. Som videnskabelig assistent fik han tyskeren *Johannes Kepler (1571-1630)*, der senere, ud fra Tychos observationer af planeten Mars, opdagede de love der gælder for planeternes bevægelser.

Tycho Brahe dage

Tychos astrologiske viden blev praktiseret ved, at han udarbejdede horoskoper for blandt andre Kong Frederik 2. og dennes sønner, således også den senere Kong Christian 4. Han lagde aldrig - så vidt det vides - sit eget horoskop. Dette skal nok forklares ved, at han flere gange havde 'spået' forkert. Eksempelvis spåede han af en måneformørkelse 28. oktober 1566, hvornår den tyrkiske sultan Sulaiman ville dø. Uheldigvis viste det sig, at sultanen allerede var død!

Derfor anså han astrologi for at være en videnskab med megen overtro. Den havde stadig mange mangler og måtte udforskes yderligere. Men Tycho var ikke i tvivl om, at der var en sammenhæng mellem det himmelske og det jordiske.

Af Kejser Rudolf 2. blev Tycho bedt om at finde frem til de mest uheldige dage i året. Disse såkaldte Tycho Brahes dage er følgende:

I januar: 1., 2., 4., 6., 11., 12., 20. I februar: 11., 17., 18. I marts: 1., 4., 14., 15. I april: 10., 17., 18. I maj: 7., 18. I juni: 6. I juli: 17., 21. I august: 20., 21. I september: 16., 18. I oktober: 6. I november: 6., 18. I december: 6., 11., 18.

Af datoerne fremgår det, at der er flest uheldige dage i vinter - og forårsmånederne. Dette er ganske forståeligt, når man tænker på den tids lægevidenskab, opvarmningsformer og samfærdselsmidler.

Tycho Brahe som digter

Tycho Brahe havde også talent som digter. To af digtene ”Tvillingedigtet” og ”Klagedigtet” gengives i det følgende.

Tvillingedigtet

Et digt, hvor han lagde ordene i munden på sin dødfødte tvillingebroder, Niels, lyder:

*"Jeg, som er død, er genopstået.
 Jeg blev begravet i denne jord,
 førend jeg blev født.
 Gæt da, hvem jeg var?
 Jeg lå som ufødt i min moders liv,
 da døden blev min dør til livet.
 Der var en anden lukket inde med mig,
 en bror, som stadig lever,
 fordi jeg var hans tvilling.
 Gud skænked' ham et længer' liv end mig,
 så han fik skuet mærkelige ting
 på Jorden og i Himlen.
 Min skæbne var så god som hans.
 På Jorden lever han, men jeg i Himlen.
 Og han er udsat på sin Jord,
 for tusinder af prøvelser,
 som sker på Jorden, Himlen og i stjernerne.
 Men jeg er hos min Gud i Himlen,
 hvor jeg kan nyde evig fred og glæde.
 Når han til slut får stedt til hvile
 de trætte lemmer i den kolde jord
 forenes vi i Himmelen,
 og han får også del i evighedens fryd.
 Men indtil dette sker, må han i tålmod bære
 sit legemshylsters tunge byrde,
 og ej misunde mig en evig glæde.
 Min pludselige død forhindred'
 at man fik givet mig et navn
 iblandt de levende på Jord.
 Han bærer nu for mig
 det navn, som var min farfars.
 Hans første navn var Tyge,
 hans efternavn var Brahe,
 min broders navn er Tyge.
 Og det er ham, der hædrer
 min grav med disse vers.
 Hans alder er nu fem og tyve år.*

TVILLINGBROR, DØD I LIVMODEREN,
TYCHO BRAHE, OTTOS SØN"

Klagedigtet

Et andet digt - "Klagedigtet" - blev forfattet, da han forlod Danmark i 1597. Det lyder oversat fra latin og i forkortet udgave:

*"Danmark, hvad har jeg dig gjort, at bort så grumt du mig støder?
Hvor kan, o fædreneland! du mig behandle som fjende?
Løftet jeg har jo dit navn, det nævnes med hæder så vide,
siig, kan du vredes fordi, min virken har kranset med ros dig?
Siig, hvem af dine børn har givet dig mer vel i eje!
Kan du vel vredes derfor, at højt på den hvælvede bue,
Fædreneland! dit navn jeg skrev i de blinkende stjerner!
Hvorfor nu støde mig bort? Engang vil du sikkert mig mindes:
Kommende dage mit værd, min virken skal visselig fatte,
børn af en senere slægt, på hvad jeg gav dig, skal bygge.*

*Også Machaons kunst og visdom jeg søgte at granske
han, som hjælper hver syg, gengi'r den svage hans kraft.
Danmark, hvis du fortier det, vil Nordmænd og Svenskere tale,
der, hvor mangen en syg er høsted' gavn af min hjælp,
aldrig søgte jeg dog - hvad ellers man plejer - en fordel;
vel var min læretid tung, gratis dog altid min hjælp.
Sagtens var det vel det, der gjorde mig misundt og hadet,
her blev spiren lagt til min landflygtigheds straf.
Hadet voksede skjult, og aldrig jeg ænsed' det, førend
han trådte frem, der var stærk nok til at gøre det fast.
Lumskhed besejrede kraften. Tro aldrig, at brøde har tvunget
mig til at gribe til flugt, dengang, jeg skiltes fra Hven."
(Machaon var en 'lægegud')*

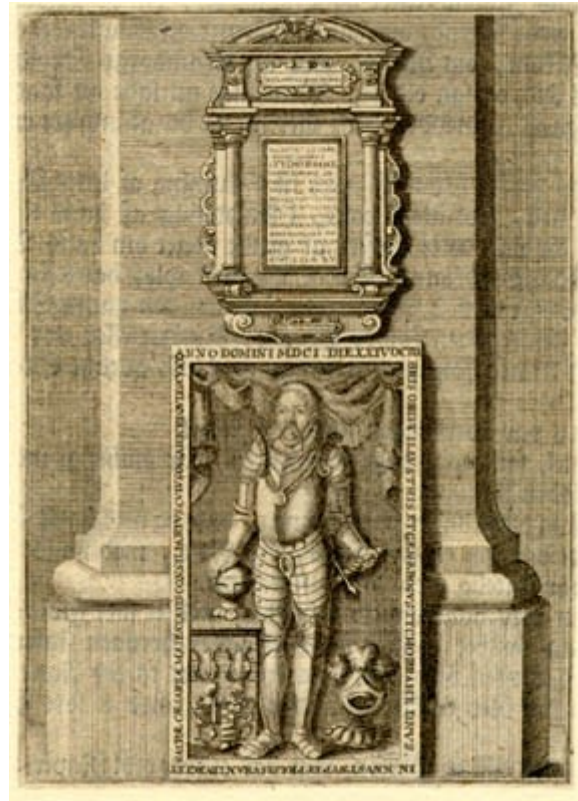
Sprængt blære, selvmord eller giftmord?

Den 13. oktober 1601 var Tycho til middagsselskab hos en grev *Peter Vok von Rosenberg* i Prag. Det fortælles, at Tycho ved denne lejlighed drak tæt og, at han af høflighed prøvede at holde på vandet. Myten om Tychos død siger, at hans overfyldte blære sprang og dermed forårsagede indre blødninger og infektioner, som førte til døden den 24. oktober 1601.

På sit dødsleje skulle Tycho have udtalt ordene: "*Ne frustra vixisse videar*", hvilket oversat betyder: "*Må jeg ej synes at have levet forgæves.*"

Nyere undersøgelser tyder dog på andre årsager til Tychos død. I 1996 analyserede forskere ved Lunds Universitet således noget af Tycho Brahes hovedhår, som stammer fra Tychos kiste, der blev åbnet i 1901. Ved en avanceret atomfysisk metode, den såkaldte PIXE analyse (PIXE: Particle Induced X-ray Emission), kunne man påvise, hvordan koncentrationen af kviksølv - og andre tungmetaller - var fordelt langs med et hår, fra hårrod til hårspids. Analysen kunne vise, at Tycho Brahe ca. 20 timer før sin død havde indtaget et større kvantum af et kviksølvholdigt præparat. Sandsynligheden taler derfor for, at Tycho Brahe på det nærmeste havde taget sit eget liv. En anden teori går ud på, at Tycho er blevet udsat for et giftmord, sat i værk af flere højt placerede katolikker ved kejserens hof. Nogle har ment, at de havde en vis frygt for den protestantiske Tychos indflydelse på den mere og mere sindslidende og politisk svage kejser Rudolf 2. Men uanset årsagerne til Tycho Brahes død, så blev den berømte astronom under stor højtidelighed begravet i Tejn-kirken i Prag, hvor man stadig kan se hans flotte gravmonument. Hans hustru, der døde i 1604, ligger også begravet her.

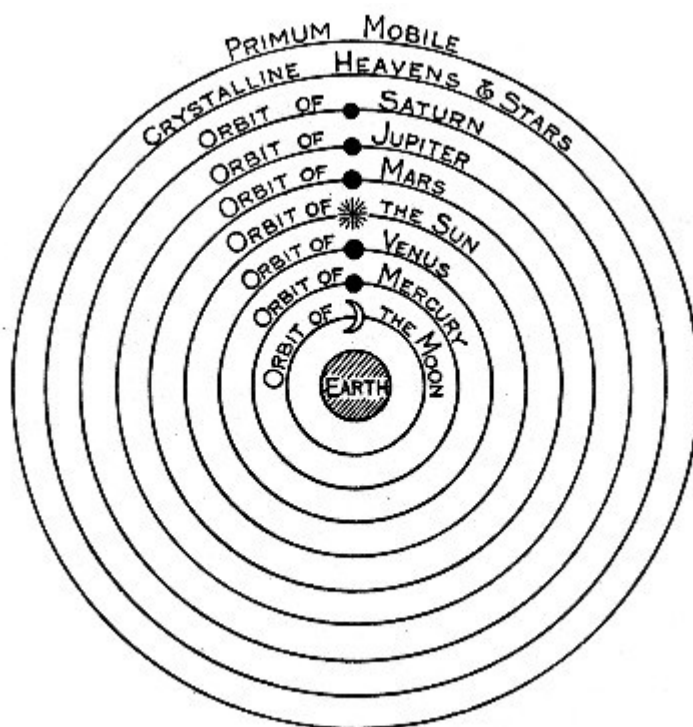
På Tychos gravsten står der: "*Non fasces nec opes, sola artis scepra perennant.*", der oversat betyder: "*Hverken magt eller rigdom, men kun kunstens og videnskabens vælde består.*"



Tycho Brahes gravmonument i Teyn-kirken i Prag

Konsekvenser af Tycho Brahes forskning. Kepler og Newton

I 1543, tre år før Tycho Brahes fødsel, udgav den polske forsker *Nicolaus Kopernikus (1473-1543)* værket "*De revolutionibus orbium coelestium*" - "*Om det himmelske kredsløbs omdrejninger*". I værket argumenterede Kopernikus for det 'Heliocentriske Verdensbillede', dvs., det billede af Verden, hvor Solen var centrum for planeternes bevægelse. Opfattelsen var i sandhed revolutionerende (betegnelsen revolution, omdrejning, stammer i øvrigt fra Kopernikus's bog!), idet man siden oldtiden havde haft den faste og religiøse tro, at det var Jorden, der var Universets absolutte og urokkelige centrum - det 'Geocentriske Verdensbillede'.



**Tegning af det Geocentriske verdensbillede.
Alle himmellegemer bevæger sig i cirkelbaner
omkring den ubevægelige Jord.**

Det Tychoniske Verdensbillede med Jorden i centrum

Tycho Brahe gik *ikke* ind for det 'Heliocentriske System'. Han opstillede sit eget Verdensbillede, der var en blanding af det geocentriske og det heliocentriske.

I det 'Tychoniske Verdensbillede' er Jorden stadig det ubevægelige centrum, hvor omkring Solen og Månen bevæger sig. Planeterne bevæger sig derimod omkring Solen.

Dette noget komplicerede system begrundede Tycho Brahe med sine observationer. Han kunne ikke ved målinger konstatere, at Jorden bevæger sig omkring Solen.

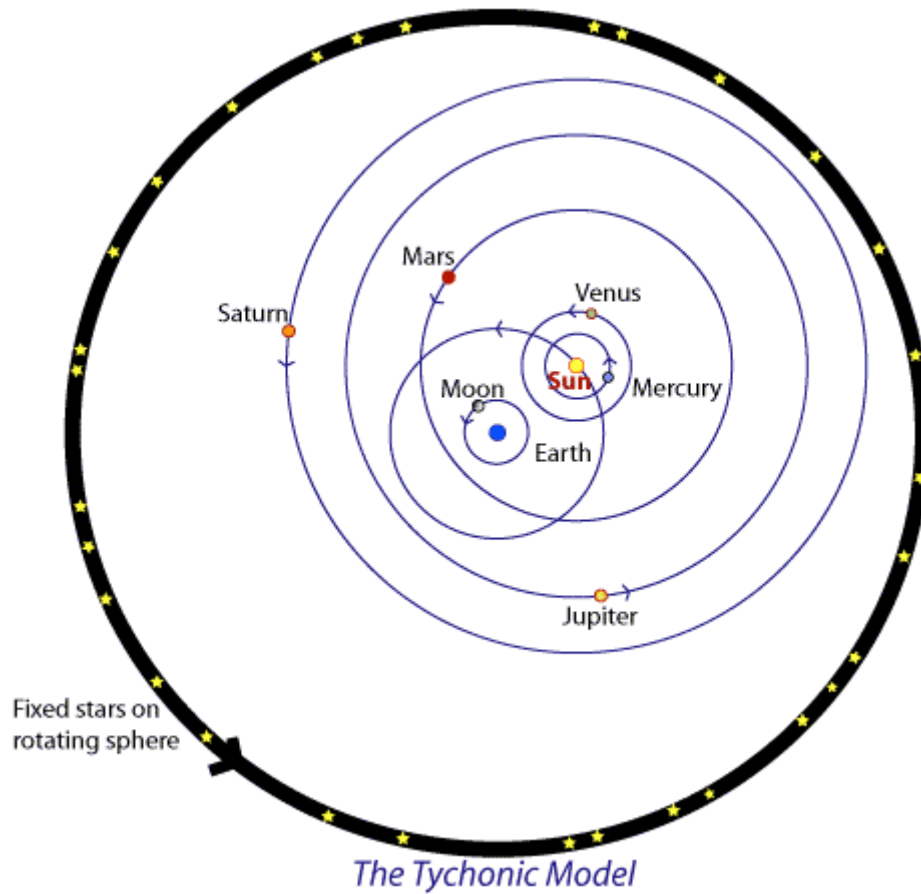
Hvis Jorden bevæger sig omkring Solen, så skulle man i løbet af et år kunne måle en vinkel-forskydning (måle en såkaldt parallakse) af stjernerne. Tycho Brahe, der fejlagtigt troede, at stjernerne var meget tættere på Jorden end, hvad der er tilfældet, kunne ikke med sine vinkelinstrumenter måle en årlig vinkelforskydning af stjernerne.

Forklaringen på at Tycho Brahe ikke kunne måle stjerne-parallakser er, at de befinder sig i meget store afstande fra Jorden, meget længere væk end hvad Tycho Brahe troede.

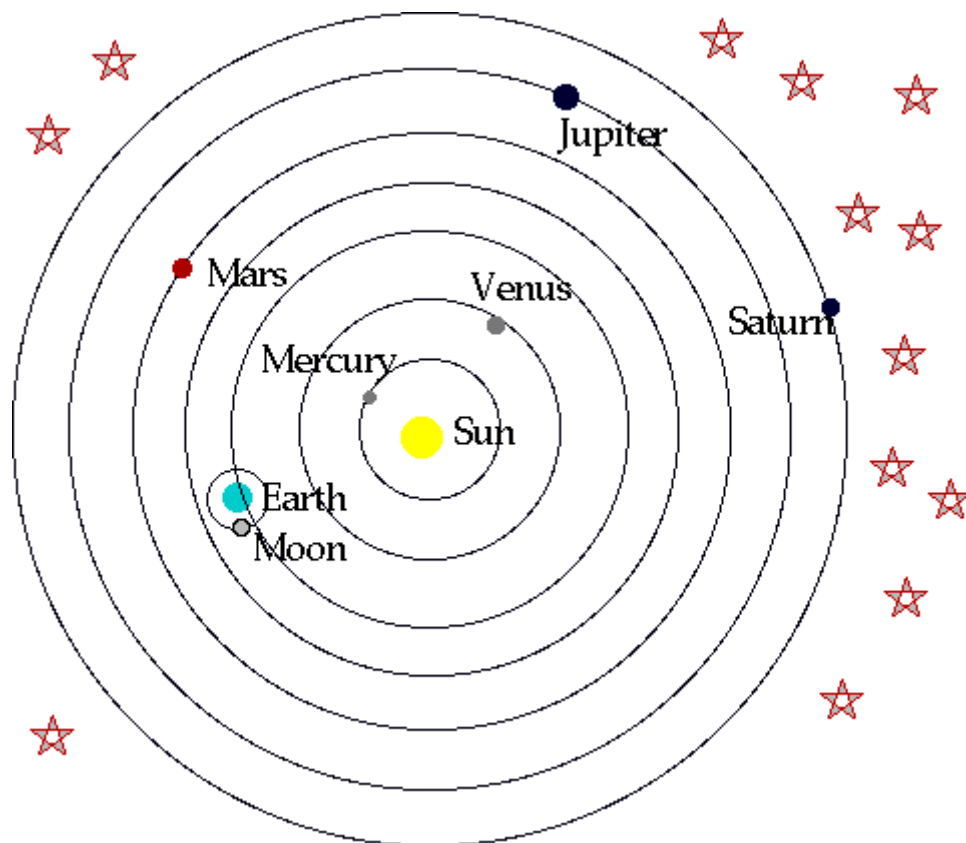
Beregning af afstanden til stjernen 61 Cygni

Først i 1838 lykkedes det den tyske astronom *Friedrich Wilhelm Bessel (1784-1846)* at måle en stjernes parallakse, og dermed beregne afstanden til en stjerne.

Bessel kunne, som den første, ved hjælp af parallakse-målinger beregne afstanden til stjernen 61 Cygni (Svanen).



**Tegning af Tycho Brahes model af verden.
Solen og Månen bevæger sig i cirkelbaner omkring Jorden.
De andre planeter bevæger sig i cirkelbaner omkring Solen.**



**Tegning af det Heliocentriske verdensbillede.
Planeter og stjerner bevæger sig i cirkelbaner omkring Solen.**

Keplers love

Efter Tycho Brahes død bearbejdede *Johannes Kepler* (1571-1630) de observationer som Tycho Brahe gennem en årrække havde foretaget af planeten Mars.

Keplers 1. lov

I 1609 kunne Kepler vise, at planeterne ikke bevæger sig i cirkler, som man havde troet lige siden oldtiden.

Planeterne bevæger sig i ellipse-formede baner med Solen i det ene brændpunkt.

Loven om de elliptiske baner kaldes Keplers 1.lov.

Keplers 2. lov

En anden lov, også opdaget i 1609, kaldes Keplers 2. lov. Loven udtaler sig om de hastigheder, hvormed planeterne bevæger sig omkring Solen. Desto tættere en planet er Solen, desto hurtigere bevæger den sig.

Keplers 3. lov

I 1619 opdagede Kepler en lovmæssighed der udtrykker, at kvadratet på en planets omløbstid omkring Solen T^2 er ligefrem proportional med planetens gennemsnitsafstand til Solen i tredje potens a^3 . Dvs. der gælder:

$$(1) \quad T^2 = k \cdot a^3$$

I formel (1) er k en konstant der afhænger af central-legemets (her Solens) masse. Vi kan kalde k Kepler-konstanten.

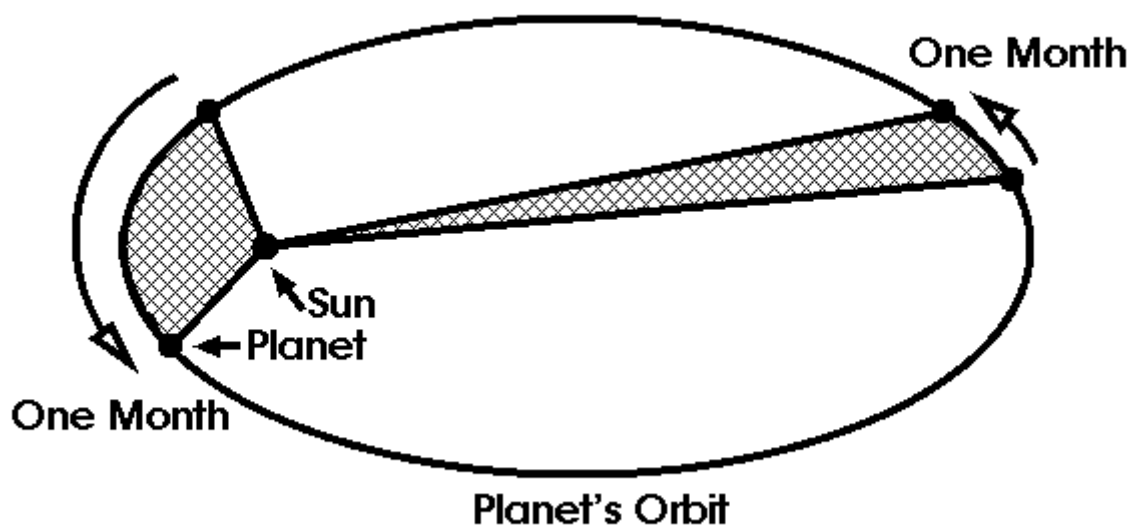


Illustration af Keplers 1. lov og Keplers 2. lov.
Planeten bevæger sig i en ellipsebane med Solen i ellipsens ene brændpunkt.
De skraverede arealer er lige store.
Planetens hastighed er størst når den er tættest ved Solen
og mindst når den er længst væk fra Solen.

Newtons gravitationslov

Fra Keplers 3. lov, kunne den engelske fysiker og matematiker *Isaac Newton* (1642-1727) i 1666 matematisk udlede kraftloven for tiltrækningen mellem stofmasser. Kraftloven kaldes *Newtons gravitationslov* (Tyngdeloven). Gravitationsloven benyttes bl.a. ved beregningen af satellit-baner og baner af rumsonder, f.eks. rumsonden 2001 Mars Odyssey.

Kilder:

1. Victor E. Thoren: "The Lord of Uraniborg: A Biography of Tycho Brahe", (Cambridge, 1990).
2. Victor E. Thoren: "Tycho Brahe as the Dean of a Renaissance Research Institute," in Margaret J. Osler, ed., Religion, Science, and Worldview (Cambridge: Cambridge University Press, 1985).

Louis Nielsen
18.oktober 2001



Tycho Brahe (1546-1601)