

Tyge Brahes observationer af den nye stjerne i 1572

Jens Peter Krog, Torup

Som det fremgår mange steder i nærværende udgave af Kvant, var Tyge Brahes observationer af den nye stjerne i 1572 en skelsættende begivenhed for vores forståelse af universet. Tyge Brahe udgav i 1573 sin berømte bog om emnet. Bogen var naturligvis skrevet på latin. I 1923 udgav Otto Gelsted med Tøger Larsens mellemkomst en dansk oversættelse. Takket være denne er det muligt også for ikke-latinkyndige at fordybe sig i emnet, som jeg vil gøre det i denne artikel.

Tyge Brahe (1546–1601) var søn af en dansk adelsfamilie i Skåne. På den tid forventede man, at adelens begavede sønner studerede jura for at blive kongens betroede embedsmænd. Tyge brød med denne forventning og blev i stedet astronom. Som skikken var i lærde kredse, latiniserede Tyge sit navn til Tycho. Jeg vil her holde mig til Tyge.

Da den unge Tyge Brahe observerede den nye stjerne, var han endnu et ukendt navn i astronomien. På det tidspunkt boede han på slottet Herrevad i Skåne. Først omkring 1580 fik han øen Hven i Øresund stillet til rådighed af Frederik 2. og opførte her Uranienborg, se figur 1 og 2. Jeg skal ikke her komme nærmere ind på Tyge Brahes liv. Det kan man læse om mange andre steder, fx i [1], der regnes for et af de mere grundige værker om emnet.



Figur 1. Slottet Uranienborg (med omkringliggende haveanlæg) opført af Tyge Brahe omkring 1580 på Hven som bolig, laboratorium og observatorium. Her afbildet på frimærke fra 1995.

Verdensbilledet i 1500-tallet

For at forstå betydningen af Tyge Brahes observationer, må man først repetere hvilket verdensbillede, der var fremherskende blandt datidens astronomer:

Kikkerten var ikke opfundet endnu, så man kendte kun de fem planeter og de cirka 850 stjerner, der kan ses med det blotte øje. Man kendte planeternes

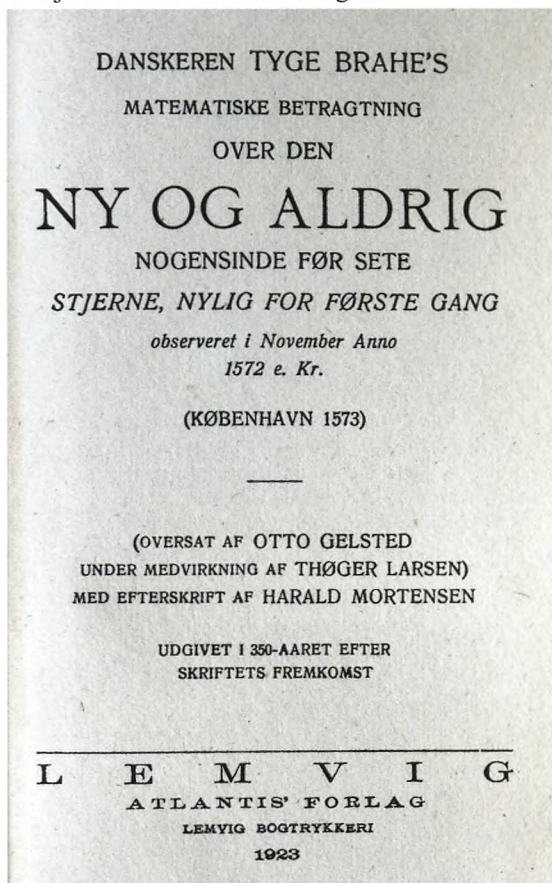
bevægelser på himlen med rimelig nøjagtighed. På den baggrund havde man opbygget en forestilling om, at månen, planeterne og stjernerne var ophængt i et system af sfærer, men man var uenige om, hvorvidt Jorden eller Solen var centrum i universet. I 1572 havde den unge Tyge Brahe næppe nogen selvstændig mening om dette spørgsmål, men han sluttede sig på dette tidspunkt til dem, der mente, at Jorden var centrum i universet. Senere foreslog han det såkaldte tychoniske verdensbillede, som omtales andetsteds i nærværende udgave af Kvant.



Figur 2. Ivar Johnssons statue fra 1946 af Tyge Brahe på Hven med forfatterens tre ældste børn i forgrunden. (Fotograferet sommeren 2009).

Man havde kvalitativt rigtige forestillinger om månens og planeternes indbyrdes afstande, men man havde ingen anelse om hvor meget større afstand, der er til stjernerne. Man havde korrekte forklaringer på sol- og måneformørkelser, men man forstod ikke, hvad kometer var. Mange astronomer mente, at kometer (ligesom stjernesud) måtte være atmosfæriske fænomener.

Man kendte det katalog over de synlige stjerners position og lysstyrke, som Hipparchos (ca. 190 f.Kr. – ca. 120 f.Kr.) havde udarbejdet sytten århundreder tidligere. Disse gamle data passede med, hvad man så i samtiden. På den baggrund var der almindelig enighed om fixstjernesfærens uforanderlighed.



Figur 3. Titelbladet fra Otto Gelsteds oversættelse [2].

Den nye stjerne i 1572

Det havde været overskyet i nogle dage, men om aftenen den 11. november 1572 var vejret klart. Da den da knapt 26-årige Tyge Brahe kikkede op mod himlen, fik han straks øje på, at der var kommet en ny stjerne i stjernebilledet Cassiopeia, som endda lyste klarere end nogen anden stjerne på himlen.

Den første tid lyste den så klart, at man under gunstige forhold kunne skimte den ved højlys dag. Senere aftog dens styrke. Da Tyge Brahe skrev om den i maj 1573, var den som en stjerne af 2. størrelsesklasse. Antageligvis er dens lysstyrke aftaget til usynlighed senere i 1573. Andre astronomer – både i Europa og i Kina – udgav også observationer af denne nye stjerne, men Tyge Brahe udgav i 1573 den første og langt mest grundige bog om emnet. Bogen var naturligvis skrevet på latin, men den blev i 1923 oversat til dansk af Otto Gelsted under medvirken af Thøger Larsen [2], se figur 3. Når man som forfatteren til denne artikel kun beskæftiger sig med astronomi og videnskabshistorie på hobbyniveau og ikke behersker latin, kommer denne oversættelse som en gave.

Bogen er inddelt i fem kapitler, hvis titler jeg gengiver her for at bibringe læseren en fornemmelse af datidens sprogbrug:

I. Om den ny og ingensinde før siden verdens begyndelse observerede stjerne, som viste sig for første gang i slutningen af forrige år.

II. Om denne nye stjernes stilling på himlen i forhold til fixstjernerne og dens længde og bredde i forhold til dyrekredsen.

III. Om dens plads i forhold til verdens diameter og dens afstand fra Jorden, universets centrum.

IV. Om dens størrelse, lys og farve.

V. Astrologisk bedømmelse over virkningen af denne stjerne.

Første kapitel

I første kapitel gør Tyge Brahe rede for, at man ved sammenligning med Hipparchos' stjernekatalog kan se, at stjerner i de mellemliggende 1700 år hverken er opstået, forsvundet eller ændret i lysstyrke. Historier om det modsatte har altid vist sig at handle om kometer. At der nu – som han gør rede for i de følgende kapitler – er tale om en ny stjerne, er altså ganske enestående!

Tyge diskuterer også, om den nye stjerne kan være af samme slags som den, der viste sig over Betlehem. Sidstnævnte kan ikke have været en stjerne som de andre på himlen. I stedet må den have *“haft sin plads i luftens nedre region nær Jordens overflade”*. Ellers havde den ikke kunnet udpege netop det hus, hvori Frelseren fandtes *“... da hele Jorden, sammenlignet med himlen, ikke har nogen bemærkelsesværdig størrelse”*. Tyge betvivler til gengæld ikke Betlehemsstjernens eksistens. Tværtimod fremhæver han Gud for at have oplyst de vise mænds sjæle og øjne, så de kunne se den.

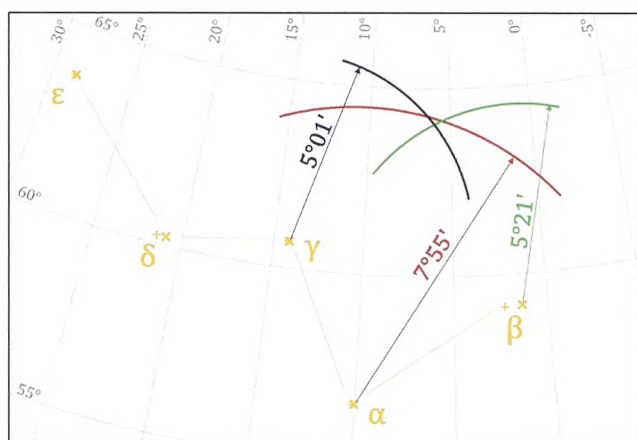
Andet kapitel

I andet kapitel beskriver Tyge Brahe, hvordan han har fastlagt den nye stjernes position på himlen. Her er oplysningerne så udførlige, at vi – 450 år senere – kan aflure, hvor nøjagtige hans måleinstrumenter har været. Tyge har målt vinkelafstanden mellem den nye stjerne og tre af de kendte stjerner i Cassiopeia til hhv. $7^{\circ}55'$, $5^{\circ}21'$ og $5^{\circ}01'$ som vist på figur 4. To målinger var nok til at fastlægge den nye stjernes position. Med tre målinger er den nye stjernes position overbestemt, og hvis de tre målinger ikke passer sammen, er det sandsynligvis udtryk for målefejl.

I de mellemliggende 450 år har de fleste stjerner rykket sig nogle bueminutter på himlen. Vi har i vore dage data for denne egenbevægelse (for eksempel i ESA's Hipparcos-katalog), så vi kan regne tilbage til, hvor de tre stjerner befandt sig i 1572. Som det anes på figur 4, når jeg frem til, at Tyge Brahes tre målinger ikke passer helt med hinanden. De to målinger omkring 5° skal øges med 5 bueminutter, og målingen ved $7^{\circ}55'$ skal reduceres med 5 bueminutter, for at det hele passer sammen.

Tyge Brahe anvendte det i figur 5 viste sigteapparat til målingerne. Det er en såkaldt halvsekstant, altså et sigteapparat, der spænder over vinkler op til 30 grader. Illustrationen og den tilhørende beskrivelse af

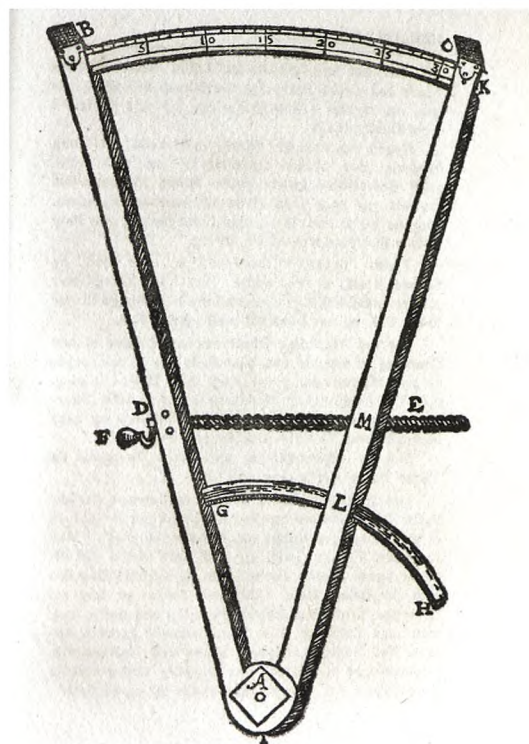
instrumentet var ikke med i den oprindelige, latinske bog, men den er tilføjet i efterskriftet i den danske oversættelse fra 1923. Jeg antager, at både tegning og beskrivelse i dette efterskrift stammer fra en senere udgivelse fra Tyge Brahes egen hånd. Gradskalaen, der var lavet af messing, var inddelt i hele bueminutter. Armene er 160 cm lange, så et bueminut har fyldt ca. 0,5 mm på gradskalaen. Det synes realistisk, at man har kunnet ridse streger i messingpladen med denne afstand. Instrumentet havde ikke de mere avancerede sigtemidler og skalainddelinger, som Tyge Brahe senere udviklede, og som man fx ser på de berømte illustrationer af murkvadranten på Uranienborg (se andetsteds i nærværende udgave af Kvant). En kopi af måleinstrumentet er udstillet på Stenomuseet i Aarhus. Gradskalaen og dens inddeling er dog ikke gengivet i detaljer på denne kopi.



Figur 4. Positioner for de fem klare stjerner i Cassiopeia i vore dage (+) og i 1572 (x). De tre cirkelslag med angivne radier er Tyge Brahes positionsbestemmelse for den nye stjerne.

Det fremgår af Tyge Brahes oplysninger i [1], at han har målt den nye stjernes position mange gange, og at resultaterne altid var de samme inden for 1 bueminut. Vi må derfor tro, at gentagelsesnøjagtigheden har været 1 bueminut eller bedre, og at de ± 5 bueminutter må tilskrives en form for systematisk fejl.

Hvis alle målinger faldt til den ene side, kunne forklaringen være så simpel, som at graderne på instrumentet var for store eller for små. Der er imidlertid tale om, at målinger omkring 5 grader ligger lidt for lavt, og at målinger omkring 8 grader ligger lidt for højt. Det kunne skyldes, at inddelingerne varierer i størrelse fra sted til sted på skalaen. Det skulle så dreje sig om, at inddelingerne var ca. 2,5 mm bagefter ved 5 grader og ca. 2,5 mm foran ved 8 grader, hvilket kun er ca. 90 mm længere henne på skalaen. Det vil være ret let for Tyge Brahe at kontrollere instrumentet for sådanne fejl. For eksempel kunne han udføre overbestemte positionsmålinger på almindelige fixstjerner udvalgt sådan, at forskellige områder på skalaen kom i anvendelse. Tyge Brahe har også kunnet måle vinkelafstande mellem de tre referencestjerner i Cassiopeia og udført samme kontrolberegning, som jeg har udført her. Det er ret sikkert, at Tyge Brahe har udført sådanne kontrolmålinger i hvert fald senere i sit virke. Måske har han ikke nået det, inden han publicerede i 1573.



Figur 5. Skitse af halvseksanten, som Tyge Brahe anvendte til målingerne i 1572. Fra efterskriftet til [2].

Først omkring 1587 lærte Tyge Brahe at korrigere sine målinger for lysets brydning i atmosfæren [3], der jo giver en fejl, der er nul ved Zenith og tiltager ned mod horisonten. Lysbrydningsfejl for stjerner i Cassiopeia, der altid står nær Zenith, vil imidlertid være mindre end 1 bueminut.

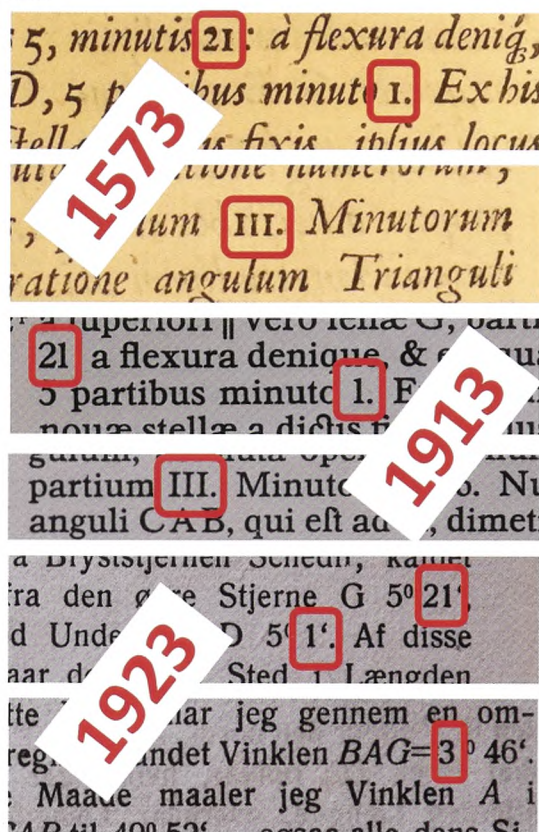
Alt i alt har jeg ikke fundet en åbenlys forklaring på de fejl, der synes at være i målingerne.

Ud fra sine målinger har Tyge Brahe beregnet den nye stjernes position på himlen udtrykt i længde- og breddegrader (med dyrekredsen og forårspunktet som reference). Tyge Brahe angiver alle sine mellemregninger i bogen, og et sted kommer han frem til en vinkel på $3^{\circ}46'$. Når jeg regner efter, finder jeg, at $111^{\circ}46'$ ville passe meget bedre. Så meget kan Tyge Brahe ikke have regnet forkert, især ikke, når der er tale om en mellemregning i en udregning, som i sin helhed ender med det rigtige tal. Det viser sig, at problemet er af typografisk art (se figur 6): I den danske oversættelse fra 1923 står der ganske vist $3^{\circ}46'$. Der findes flere udgaver af den latinske tekst. Den i vor tid mest udbredte udgave findes i Det Danske Sprog- og Litteraturselskabs udgivelse af Tyge Brahes samlede værker fra 1913 [4]. Her står "partium III. Minutorum 46."

Det tyder på, at typografen i 1913 er kommet til at tage bogstavet "I" i stedet for tallet "1", da der stod "111" i manuskriptet. Alle andre steder i 1913-udgaven er typen "1" brugt for tallet et, så typografen har haft begge typer til rådighed. Otto Gelsted, der var latinkyndig, men ikke specielt kyndig i matematik, har i 1923 læst "III" som romertallet III og skrevet 3 i sin danske oversættelse.

Takket være Syddansk Universitets digitalisering af Karen Brahes bogsamling (se andetsteds i nærværende udgave af Kvant), er den uhyre sjældne og kostbare oprindelige, latinske udgave fra 1573 nu tilgængelig for

offentligheden. Her kan man se, at bogtrykkeren i 1573 udelukkende har brugt typen “I” for tallet “1”. Trykfejlen ser således ud til at være opstået i 1913 og fejllæsningen i 1923.



Figur 6. De 111 grader som blev til 3 grader: I Tyge Brahes oprindelige udgave fra 1573 (øverst) brugte man konsekvent typen I for cifretet 1, fx i tallene 1, 21 og 111 som vist med rødt. I Det Danske Sprog- og Litteraturselskabs udgave fra 1913 (midterst) brugte man næsten alle steder typen I for cifretet 1, fx i tallene 1 og 21. Eneste undtagelse er tallet 111, som er sat med typen I. I Otto Gelstedes danske oversættelse fra 1923 (nederst) brugte man konsekvent typen I for cifretet 1, fx i tallene 1 og 21. Gelsted har læst 1913-udgavens III som romertallet 3 og ladet det gengive som arabertallet 3.

Tredje kapitel

I tredje kapitel gør Tyge Brahe rede for, at den nye stjerne er længere væk end Saturn og formentlig lige så langt væk som fixstjernerne. Argumentationen kan sammenfattes således: Den nye stjerne følger de andre stjerners bevægelse på himlen. Den må derfor sidde fast på en himmelhvelving (sfære), der ligesom fixstjernesfæren drejer en omgang i døgnet. Hvis denne hvelving havde så lille diameter, at Jorden derfra ville ses under en vinkel på mere end et bueminut, så ville man tilsvarende fra Jorden se den nye stjerne flytte sig mere end et bueminut i forhold til en fixstjerne, der ses i omtrent samme retning. Tyge Brahe målte mange gange i løbet af vinteren 1572–1573, at vinkelafstanden til nabostjernen vedblev at være $7^{\circ}55'$, altså at en eventuel ændring var mindre end et bueminut. Derfor var afstanden til den nye stjerne mindst 3400 jordradier (ca. 22 mio. km med vores nuværende viden). Den 26-årige Tyge Brahe havde endnu ikke egne data for planetbanernes diameter, så han måtte i stedet henvise til andre: “... dette [at Jorden ses under en vinkel på

et bueminut eller mindre] finder ifølge Mestrene sted i den ottende himmel [fixstjernesfæren] eller ikke langt fra denne i de tre øverste planeters [Mars, Jupiter og Saturn] højere kredse.” Tyge Brahe anfører endvidere, at hvis den nye stjerne ikke var længere væk end de tre nævnte planeter, så ville den i månedernes løb bevæge sig lige så meget i forhold til fixstjernerne, som disse planeter gør, hvilket var i tydelig modstrid med hans observationer.

Alt i alt kunne Tyge Brahe fastslå, at der var tale om en stjerne, og at fixstjernesfæren derfor ikke var uforanderlig! Hen mod slutningen af tredje kapitel indrømmer Tyge Brahe dog, at der er en spinkel mulighed for, at den nye stjerne alligevel kunne være en komet. Tyge Brahe kendte nemlig til, at den højt anerkendte arabiske astronom Al bertegnius (858–929) 600 år tidligere havde observeret en komet, der var længere væk end månen og befandt sig i Venus’ sfære. Hvis en komet virkelig kunne befinde sig i en planets sfære, så kunne den nye stjerne være en komet i en af de ydre planeters sfære. Dog tydede hverken dens udseende eller bevægelser på, at den nye stjerne var en komet. Denne usikkerhed pinte tydeligvis den unge Tyge Brahe, der endnu ikke selv havde set en komet. Han lover i slutningen af tredje kapitel, at “... hvis Gud vil, at der i vor Levetid opstaar en Komet, skal jeg søge at skaffe sikkerhed med Hensyn til denne Sag.”

Måske blev Tyges løfte bemærket på højere sted. I hvert fald viste der sig i 1577 en tydelig komet, hvis bevægelser Tyge Brahe observerede meget nøjagtigt. Tyge Brahe kunne påvise, at kometen var længere væk end månen (og altså ikke var et atmosfærisk fænomen), og at den på sin vej trængte igennem flere planeters sfærer, hvad man ellers havde anset for umuligt. Han påviste også, at kometens hale hele tiden pegede væk fra Solen. Det er rigtigt, og i dag ved vi, at komethaler dannes ved, at solvinden driver fordampet materiale væk fra kometen.

Fjerde kapitel

Fjerde kapitel indeholder detaljerede oplysninger om den nye stjernes lysstyrke og farve. Tyge Brahe har med det blotte øje sammenlignet den nye stjerne med kendte himmellegemer i perioden fra 11. november 1572 til maj 1573. Beskrivelserne af lysstyrken er ret håndfaste, og stemmer med, hvad vi i vore dage vil forvente af en supernova. Farveoplysningerne er mere løse: “... hvid og nåede næsten Jupiters Glans... rødligt Marslignende Lys omtrent som Aldebora eller den røde Orionis venstre Skulder... en blyagtig Hvidhed... et noget saturnisk og venuslignende lys.” Man kan forestille sig, hvor glad Tyge Brahe ville have været for at eje et spektrofotometer!

Femte kapitel

Femte kapitel kan for den moderne læser virke useriøst. Man skal tage i betragtning, at astrologiske forudsigelser og horoskoper dengang var stærkt efterspurgt af kongen og andre rige og magtfulde personer, som Tyge Brahe har villet holde sig gode venner med. Til forsvar for Tyge Brahes videnskabelige seriøsitet kan man notere sig, at

han i dette kapitel kommer frem til, at man ikke kan sige noget om den nye stjernes virkning, som på en gang er både specifikt og sikkert.

Den nye stjernes betydning for nutidens verdensbillede

Tyge Brahe påviste, at den nye stjerne hørte hjemme i fixstjernesfæren, som således ikke længere kunne siges at være uforanderlig. Denne erkendelse viste sig siden at være første trin på vejen til vores nuværende forståelse af stjernernes indre struktur og udvikling. Opdagelsen hædres stadig mange steder, se eksempel i figur 7.



Figur 7. 20-kronemønt fra serien af videnskabsmønter fra 2013. Tyge Brahe er her kommet i fornemt selskab, idet de øvrige mønter i serien markerer Rømers måling af lysets tøven, Ørstedes opdagelse af elektromagnetismen og Bohrs atomteori.

Vi ved i dag, at resterne af SN 1572 befinder sig ca. 3 kpc borte. Den årlige parallakse er altså en tretusindedel af et buesekund og dermed ca. 200.000 gange mindre end det bueminut, som Tyge Brahe skønnede som sin detektionsgrænse. Det bør erindres, at det først i 1838 – altså tættere på vor tid end på Tyge Brahes – lykkedes at måle en stjernes parallakse.

Tyge Brahe havde ikke nogen ide om den nye stjernes fysiske natur. Først i begyndelsen af 1900-tallet opstod forståelsen af, at gamle stjerner af en vis størrelse kan ende deres liv med at eksplodere som supernovaer. Man forstod da, at Tyge Brahes nye stjerne (og andre historiske beretninger om “nye stjerner”) måtte være supernovaer. Først i 1950 påviste man resterne af SN 1572 (ved radioastronomi). Senere har man fundet yderligere evidens for rester af SN 1572, og emnet tiltrækker sig stadig forskningsmæssig interesse, se for eksempel [5] for en introduktion og [6] og [7] for nyere forskning.

Litteratur

- [1] L.E. Dreyer(1963) “Tycho Brahe – A Picture of Scientific Life and Work in the Sixteenth Century”, Dover Publications Inc., New York.
- [2] T. Brahe (1923) “Danskeren Tyge Brahe’s matematiske Betragtninger over den ny og aldrig nogensinde før sete Stjerne, nylig for første gang observeret i November Anno 1572 e.Kr.”, på dansk ved

Otto Gelsted, Atlantis’ Forlag, Lemvig. Genoptrykt 2007, se <https://lemvigmuseum.dk/shop/boeger-af-og-om-thoeger-larsen/tyge-brahe-den-ny-stjerne-1572/>

- [3] I.A. Mahan (1962) “Astronomical Refraction – Some History and Theories”, *Applied Optics*, bind 1, side 497–511.
- [4] J.L.E. Dreyer (red.) (1913) “Tychois Brahe Dani Opera Omnia”, bind 1, Gyldendal, København.
- [5] Wikipedia om SN 1572: https://en.wikipedia.org/wiki/SN_1572, tilgået maj 2022.
- [6] P. Ruiz-Lapuente m.fl. (2004) “The binary progenitor of Tycho Brahe’s 1572 supernova”, *Nature*, bind 431, side 1069–1072.
- [7] O. Krause m.fl. (2008) “Tycho Brahe’s 1572 supernova as a standard type Ia as revealed by its light-echo spectrum”, *Nature*, bind 456, side 617–619.

Jens Peter Krog er fysiker og har siden afslutningen af sit ph.d.-studium i 1995 arbejdet med forskning og produktudvikling ved danske industri-virksomheder. Siden 2008 har Jens Peter Krog drevet sit eget rådgivende ingeniørfirma, der løser konsulentopgaver indenfor industrien. Jens Peter Krog beskæftiger sig på hobbyplan med astronomi og videnskabs-historie.



PFEIFFER VACUUM

Nyhed

**Oliefri vacuumpumpe - HiScroll (6-20 m³/t)
Ekstrem lyd- og vibrationssvag
pumpe med kompakt design**



Tlf. 3166 8708

Lars.Scholte@pfeiffer-vacuum.dk
www.pfeiffer-vacuum.com