

KVANT December 2006 4

Tidsskrift for Fysik og Astronomi 17. årgang



TRE TEMAARTIKLER OM :

VIDENSKAB I RENÆSSANCEN

HERUDOVER ARTIKLER OM:

- NOBELPRISEN 2006
- STJERNERNE OG KLIMAET
- STJERNEBILLEDERNES DANSKE NAVNE
- KRITIK AF FORSKNINGSPOLITIK
- PLANETKALENDER 2007

LØSSALGSPRIS: 40 KR

KVANT

Tidsskrift for Fysik og Astronomi

c/o Niels Bohr Institutet
Universitetsparken 5
DK-2100 København Ø

Hjemmeside : www.kvant.dk
E-mail : kvant@kvant.dk

Udgives af

Astronomisk Selskab,
Dansk Fysisk Selskab,
Dansk Geofysisk Forening,
Selskabet for Naturlærers Udbredelse,

Redaktion

Michael Cramer Andersen (ansv. red.)
Christianshavns Gymnasium
Camilla Bacher Kiming (AS)
Mærsk Olie & Gas
Jørn Johs. Christiansen (SNU)
Torsten Freltoft, Sophion Bioscience A/S
Mogens Esrom Larsen,
Matematisk Institut, KU
Sven Munk (nyhedsredaktør)
John Rosendal Nielsen (nyhedsredaktør)
Avedøre Gymnasium
Jens Olaf Pepke Pedersen,
Danmarks Rumcenter
Finn Berg Rasmussen, Ørsted Lab, KU
Svend E. Rugh

Abonnementspris : 160 kr/år.

Kvant udkommer 4 gange årligt og er medlemsblad for de udgivende selskaber. Henvendelser vedr. abonnement til forretningsfører Lene Körner tlf. 35 32 07 62 (koerner@kvant.dk).

Annoncer

1/1 side: 3000 kr, 1/2 side: 1600 kr
1/4 side: 1000 kr, farvetillæg: 1500 kr
Priserne er excl. moms og for reproklart materiale. Henvendelser om annoncer til redaktøren, tlf. 22 67 26 42.

Oplag: 2500. Tryk: P.J. Schmidt A/S,
Vojens. ISSN 0905-8893



Produktionsplan

Nr. 1-07 udkommer ca. 15. marts
Nr. 2-07 udkommer ca. 15. maj
Deadline for mindre bidrag og annoncer er ca. en måned før, længere artikler skal modtages to måneder før.

Indhold:

Tycho Brahe og renæssancens verdensbillede <i>Helge Kragh</i>	3
Planetkalender 2007 – forklaring <i>Martin Götz</i>	6
Gøgl, pisk og penge – nye styringsredskaber i forskningspolitikken <i>Jesper Jørgensen</i>	7
Nobelprisen 2006 <i>Steen Hannestad</i>	10
Nyt fra SNU	12
Foreningsnyt – foredrag i foråret	13
KVANT-nyheder <i>Sven Munk</i>	14
Planetkalender 2007 <i>Martin Götz</i>	15
Vostok-søen igen <i>Preben Gudmandsen</i>	16
Cirkelns fuldkommenhed – Renæssancens arkitekturideal <i>Ivan Taftberg Jakobsen</i>	17
Aktuelle bøger	22
Skabelse eller orden? – Perspektiver på renæssancens naturfilosofi og kosmologi <i>Aksel Haaning</i>	24
Stjernebilledernes danske navne <i>Peter Gadman</i>	30
Kommentar til “Stjernebilledernes danske navne” <i>Michael Quaade</i>	34
Stjernerne påvirker vores klima <i>Jens Olaf Pepke Pedersen</i>	34
Finn Berg Rasmussen fik H.C. Ørstedes bronzemedalje <i>Dorte Olesen og Michael Cramer Andersen</i>	Bagsiden

Tegningen på forsiden viser Leonardo da Vincis studie af menneskekroppen – indrammet af et kvadrat og en cirkel. Orden og harmoni var centrale begreber i den italienske renæssance, hvor man både anvendte det gyldne snit og cirklen i kunst og arkitektur. Se artiklen “Cirkelns fuldkommenhed – Renæssancens arkitekturideal”, side 17. Leonardo forsøgte også at anvende det gyldne snit til at forstå menneskekroppens proportioner (afstande mellem leddene).

Såvel praktiske som teoretiske naturforskere forsøgte at finde en kosmisk orden, ofte motiveret af troen på en skaber, der havde formet naturen efter en guddommelig plan (en idé som allerede Platon udforskede). Iagttagelser af naturen var således en måde hvorpå man kunne studere naturens ophavsmand, eller et mere upersonligt ordensprincip (naturlove). Se artiklerne “Tycho Brahe og renæssancens verdensbillede”, side 3, samt “Skabelse eller orden? – Perspektiver på renæssancens naturfilosofi og kosmologi”, side 24.

KVANT udsendes gratis til fysiklærerne ved alle landets gymnasier, seminarier og HTX-kurser med velvillig økonomisk støtte fra fysikinstitutterne på Danmarks Tekniske Universitet samt Københavns, Syddansk, Aalborg og Aarhus Universiteter.

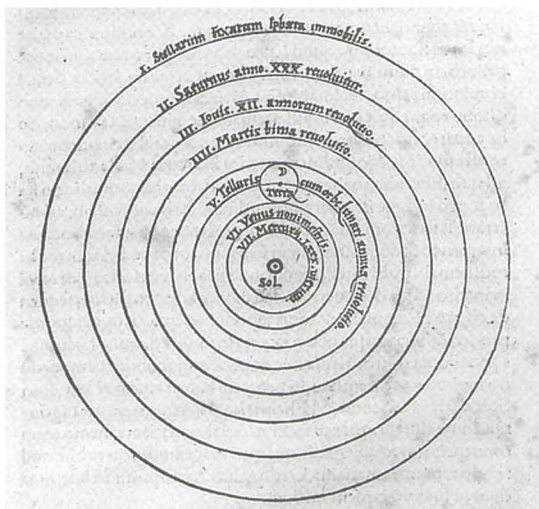
Tycho Brahe og renæssancens verdensbillede

Helge Kragh, Steno Institutet, Aarhus Universitet

I en dansk sammenhæng – og måske også i en international – er Tycho Brahe, alias Tyge Ottesen Brahe, renæssanceforskeren par excellence. Hans unikke plads i videnskabshistorien skyldes primært hans reformation af den observationelle astronomi som en eksakt videnskab, hvilket især skyldtes hans fremragende instrumenter og den innovative brug, han gjorde af dem. Tychos anden væsentlige indsats var at konstruere en ny kosmologisk model, der i en periode blev anset for et attraktivt alternativ til både det ptolemaiske og kopernikanske verdensbillede [1; 2]. Det er sidstnævnte område, Tycho som kosmolog, der her er emnet.

Fra Kopernikus til Tycho

Nikolaus Kopernikus beskrev først sit heliocentriske system i det anonymt forfattede håndskrift kendt som *Commentariolus* fra omkring 1510, og siden i langt større detaljer i det skelsættende værk, der i 1543 udkom som *De revolutionibus orbium coelestium* [3]. Tycho var bekendt med *Commentariolus*, som han havde fået en afskrift af i 1575, på et tidspunkt hvor han også havde sat sig ind i Kopernikus' krævende hovedværk, som han samme år introducerede i Danmark i sine forelæsninger ved Københavns Universitet.



Figur 1. Det heliocentriske verdenssystem, foreslået af Kopernikus i 1543.

Når det kopernikanske system ikke straks vandt anerkendelse, skyldtes det flere faktorer, hvoraf modstand fra kirken (eller kirkerne) ikke hørte med. Systemet var på flere måder simplere og mere "elegant" end det ptolemaiske, f.eks. når det gjaldt forklaringen på planeternes retrograde¹ bevægelser og den begrænsede elongation², der fremvises af Merkur og Venus. Desuden kunne Kopernikus give et naturligt og velbegrundet forslag til planeternes rækkefølge og endda beregne deres relative afstande fra Solen, idet han benyttede afstanden mellem Solen og Jorden som enhed.

Men set ud fra renæssancevidenskabens perspektiv var der også alvorlige problemer med det

kopernikanske alternativ. For det første var det udpræget "ufysisk" i den dobbelte forstand af at være kon-traintuitivt og stride mod den hævdevundne aristoteliske fysik med dens naturlige bevægelser og tendenser. Ifølge Aristoteles var tyngden en naturlig tendens til bevægelse mod verdens centrum, mens Kopernikus var tvunget til at hævde, at hvert himmellegeme havde sit eget tyngdecentrum.

Den manglende observation af en årlig parallakse for fiksstjerner var forståeligt nok et alvorligt problem for det heliocentriske system, hvilket man havde ind-set allerede i oldtiden, da Aristark foreslog et sådant system. Kopernikus' svar på denne pinlige anomali var klart *ad hoc*, om end det skulle vise sig, at svaret var korrekt. Han flyttede nemlig simpelthen stjerneskæren så langt væk, at parallaksen blev mindre, end hvad øjet kunne skelne. I *De revolutionibus* skrev han, at "ifølge vore sansers bedømmelse forholder Jordens størrelse sig til himlens som punkt til legeme og det endelige til det ubegrænsede." [3, s. 24] Med andre ord, afstanden fra Saturn til stjerneskæren var umådeligt større end efter traditionelle forestillinger. Udtrykt i rumfang var det kopernikanske univers mindst 400.000 gange så stort som det ptolemaiske! Og dette var en minimumsværdi: "Hvor langt ud derimod egentlig dette umådeligt store himmelrum strækker sig, er slet ikke afgjort." Det gigantiske himmelrum var ubegrænset i forhold til Jorden, men dog endeligt. Et egentligt uendeligt univers kunne Kopernikus ikke acceptere, bl.a. fordi der da ikke ville være noget centrum, hvor Solen kunne være placeret.

På den tid, da Tycho begyndte at interessere sig for det kopernikanske system, var det kun lidet kendt og endnu mindre anerkendt. Blandt astronomerne var der enkelte kopernikanere, men de var få og opfattede typisk det nye system som en matematisk hypotese snarere end som en fysisk acceptabel teori for universets opbygning.

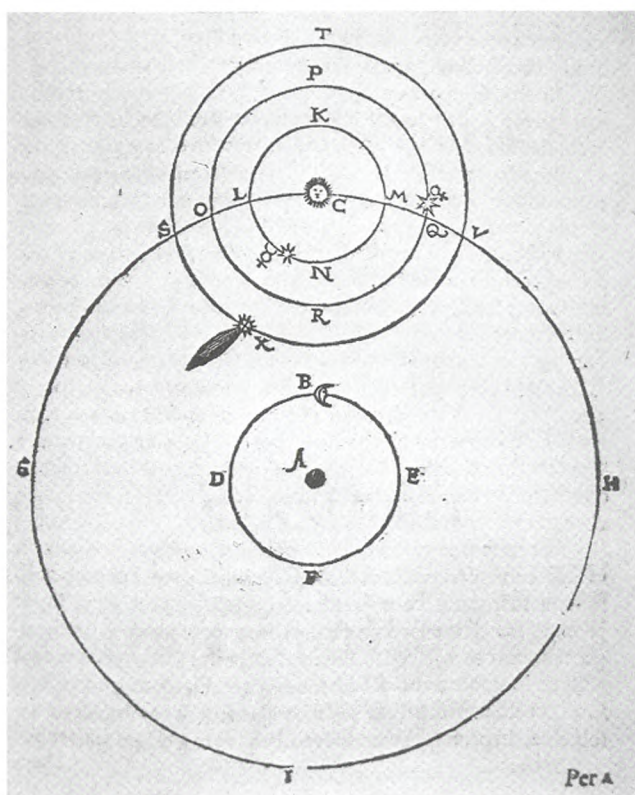
Det tychoniske verdensbillede

Tychos astronomiske karriere og berømmelse i den lærde verden startede da han i 1572 observerede et stjernelignende fænomen i Cassiopeia – en supernova

¹Retrograd: Modsat den almindelige omløbsretning.

²Elongation: En planets længdeforskel fra Solen.

– og i *De nova stella* fra 1573 argumenterede, at der faktisk var tale om en ny stjerne [4, s. 25-48]. Da stjernehimlen efter den traditionelle, aristoteliske tankegang var uforanderlig, var der tale om en kontroversiel fortolkning, der da også vakte stor debat. Som andre af renæssancens lærde var Tycho overbevist om, at menneske, natur og Gud indgik i en holistisk enhed. Verden var et tæt forbundet mikro-makrosystem, der kunne forstås af mennesket og derved bringe det i nærmere kontakt med den skabende og almægtige Gud. Dette tidstypiske element af såkaldt naturlig teologi fremgår af *De nova stella*, hvor Tycho skriver: "Overalt, såvel i den lave elementverden som i den høje og himmelske, fremstår der lysende vidnesbyrd om det guddommelige værk, thi intet dyr er så værdiløst, ingen plante så lille, intet metal eller mineral så uanseligt, at man ikke i hver af dem kan se Guds bygmesterkunst." [1, s. 225]



Figur 2. Tycho Brahes verdenssystem – med den store komet i 1577 – og med Jorden i centrum.

Det var dog ikke den nye stjerne, der bragte Tycho på sporet af en ny kosmologi, men derimod hans analyse af den store komet, der i Europa vakte opstandelse i efteråret 1577 og som Tycho først observerede tidligt om aftenen den 13. november. Tycho konkluderede, at kometen omtrentligt bevægede sig i en stor cirkel omkring Jorden og at den måtte være langt fjernere væk end Månen. Ja, da den tilsyneladende uhindret bevægede sig gennem Venus' sfære, måtte dens afstand svare til planeternes. Og, hvad der var nok så vigtigt, kometens bane viste ifølge Tycho at troen på de faste "krystallinske" sfærer, der formodedes at bære planeterne, måtte forkastes. Erkendelsen af, at planeterne bevæger sig frit i verdensrummet, var ikke blot

endnu et søm i ligkisten til den aristoteliske kosmologi, den var også begyndelsen på et nyt verdensbillede, om end det først fremkom i 1588, i Tychos bog om den store komet, *De mundi aetherei recentioribus phaenomenis* (dvs. nye fænomener om den æteriske verden).

Efter 1577 begyndte Tycho at overveje et alternativ til det kopernikanske system, som han i øvrigt værdsatte og betragtede som bedre end det uantagelige ptolemaiske system. Han har formentlig været inspireret af de "proto-tychoniske" systemer, som blev fremsat af bl.a. den tyske matematiker Paul Wittich, der foreslog, at mens Merkur og Venus kredsede omkring Solen, så kredsede de ydre planeter omkring den centrale Jord. Tycho indså, at hvis kometen var gået gennem Merkurs og Venus' baner, hvilket hans data viste, så måtte man også forvente, at Mars kunne krydse Solens bane, hvilket gav nye muligheder.

I kapitel 8 af *De mundi aetherei* fremlagde Tycho sit geo-heliocentriske system, hvor Solen og Månen kredser om den ubevægelige Jord, mens de øvrige planeter kredser om Solen. Det var et kompromis mellem det ptolemaiske og kopernikanske, i fysisk henseende tættere ved det første, mens det i matematisk henseende var tættere ved sidstnævnte. Tychos planetsystem var geometrisk ækvivalent med Kopernikus', hvilket indelbar, at det kunne redegøre for alle dets forudsigelser inden for den planetariske verden (men naturligvis ikke for parallaksen, der involverer fiksstjernerne). De kosmiske afstande, Tycho fandt frem til, var af den traditionelle størrelsesorden. Middelfstanden til den fjerneste planet, Saturn, var omkring 11.000 jordradier, og umiddelbart uden for Saturns sfære anbragte han fiksstjernerne i en afstand af ca. 14.000 jordradier. Hans univers havde altså en radius på omkring 70 millioner km, knap halvdelen af den moderne afstand mellem Solen og Jorden.

Bevæger Jorden sig?

Hvorfor stoppede Tycho på halvvejen, i stedet for at tilslutte sig det nye kopernikanske system? Spørgsmålet er noget anakronistisk, da det er baseret på vores viden om solsystemet, men det er ikke urimeligt og blev diskuteret i samtiden. Dette skete bl.a. i brevvekslinger med den tyske kopernikanske astronom Christopher Rothmann, der i 1590 besøgte Hven og der diskuterede sagen med Tycho Brahe. Vi kan skematisk opdele Tychos indvendinger mod det kopernikanske verdensbillede i fire punkter.

(1) Som næsten alle i samtiden var Tycho overbevist om, at stjernerne og planeterne påvirkede jordiske fænomener og menneskers liv. Han opfattede den himmelske verden som et sammenvævet levende system, gennemtrængt af astrologisk signifikante påvirkninger. Hvis Jorden og dens menneskelige beboere bedst skulle være i stand til at modtage de kosmiske impulser fra de omgivende stjerner og planeter, ville en central placering da ikke være den eneste naturlige?

(2) Tycho var ikke specielt religiøs, men tog naturligvis Bibelen alvorligt, og endda mere

bogstaveligt end Rothmann og flere andre af datidens astronomer. De bibelske passager, der direkte eller indirekte henviser til en ubevægelig Jord, kunne man ikke bare fortolke efter forgodtbefindende. Om Kopernikus' teori skrev han i et brev, at "når den tilskriver Jorden (dette robuste og uædle legeme) en regelmæssig, perfekt og på ingen måde indviklet bevægelse, så bliver denne antagelse ikke mindre suspect, og især ikke fordi den så tydeligt modsiger Den hellige Skrift på ikke så få steder." [1, s. 248] Bemærk at Jorden betegnes som et uædelt legeme, hvilket skal ses i forhold til den ædle og guddommelige himmel: da Jorden er korrupt og uædel, må den befinde sig længst væk fra de himmelske regioner og engelenes bolig, dvs. i universets geometriske centrum.

(3) Ud fra sine aristotelisk-fysiske forestillinger kunne Tycho ikke acceptere Kopernikus' påstand om en dobbelt bevæget Jord. Han havde ganske vist brudt med disse, når det gjaldt den celeste fysik, men var grundlæggende aristoteliker i spørgsmål om Jordens fysik. Anno 1590 var der jo kun én konsistent fysisk teori, og det var den aristoteliske. Som han skrev til Rothmann, hvis Jorden virkelig roterer om sin akse med en periode på et døgn, så ville en blykugle jo ikke falde lodret ned fra et tårn. Dette berømte tankeeksperiment havde været diskuteret allerede i middelalderen, og senere tog Galilei det op til kritisk vurdering, men for Tycho var det altså et gyldigt argument.

(4) Tycho vidste, at Jordens årlige bevægelse måtte afspejle sig i en stjerneparallaxse, og da hverken han eller andre kunne observere en sådan, mente han, at Kopernikus' teori derfor var falsificeret. Eller rettere, hvis der var en parallaxse, måtte den være mindre end 1', hvilket efter Kopernikus' teori måtte indebære, at fiksstjernebeholdningen befandt sig mere end 7 millioner jordradier væk. For Tycho var dette ikke blot utroligt, det var umuligt, da der jo så måtte være et enormt tomrum mellem Saturn og fiksstjernebeholdningen. Gud havde jo skabt alt i universet med et bestemt formål, men det forekom helt formålsløst – ja, nærmest uanstændigt sløset – at anbringe et vældigt og overflødigt tomrum uden for Saturn. Den slags teologisk-teleologiske argumenter ville snart blive udfaset af naturvidenskaben, men på Tychos tid var de almindeligt anerkendte. I øvrigt blev stjerneparallaxsen først påvist af Bessel i 1838.

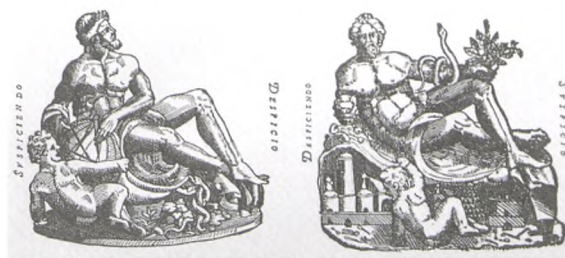
Tychos "fysiske kosmologi"

Ligesom andre astronomer interesserede Tycho Brahe sig først og fremmest for at udvikle et system for planeterne (inklusive Sol og Måne) der stemte med observationer. Siden oldtiden havde der været enighed om, at det var astronomiens hovedformål, mens spørgsmål om stjernerne og om himmellegemernes fysiske beskaffenhed enten var uløselige eller hørte til andre områder end astronomien. Som Tycho formulerede det: "Astronomen bestræber sig på at undersøge tingene gennem nøjagtige observationer, ikke med hvad himlen er og af hvilken årsag dens herlige legemer findes, men nærmere med hvordan alle disse legemer bevæger sig.

Spørgsmålet om det himmelske stof hører til teologerne og fysikerne [dvs. filosofierne], blandt hvilke der stadig ikke er nogen tilfredsstillende forklaring." [1, s. 249] Det var en holdning, der holdt sig helt op til midten af det 19. århundrede, da astrofysikken gjorde sit indtog.

Renæssance-holismen Tycho Brahe var dog overbevist om, at der også var fysiske, kemiske og kosmologiske aspekter forbundet med astronomien, og at de jordiske videnskaber ikke ganske kunne skilles fra de himmelske. Han var stærkt optaget af kemisk-alkymistiske eksperimenter og tankegange i den såkaldt hermetiske tradition, der var forbundet med den svejtsiske læge Paracelsus. Naturforskerne i denne tradition var såkaldt iatrokemikere, idet de brugte kemiske og alkymistiske præparater og teknikker i deres form for lægekunst ('iatro' stammer fra det græske ord for læge). I et skrift fra 1578 om den store komet henviste han direkte til paracelsisk kosmologi: "Fordi paracelsisterne anser himlen for det fjerde ildelement og erkender, at der kan forekomme både opståen og undergang, er det efter deres filosofi ikke umuligt, at kometerne kan fødes i himlen på samme måde, som der undertiden forekommer sjældne gevækster på Jorden..." [1, s. 227]

Den analogi, der var mellem det jordiske og det himmelske, var et vigtigt træk i Tychos tænkning, der indeholder elementer af et astrokemisk forskningsprogram. I sin *Astronomiae instauratae mechanica* berettede han om sin store interesse for alkymien, eller hvad han kaldte "den jordiske astronomi." Omvendt betegnede han astronomien som den himmelske kemi; de to så tilsyneladende forskellige videnskaber var blot to sider af samme sag. Han understregede symmetrien i de reliefskulpturer, der var ved indgangen til Uraniborg og som på allegorisk vis fremstillede mikro-makroanalogien mellem det jordiske og det himmelske.



Figur 3. Tycho Brahes reliefskulpturer over indgangen til hans slot og observatorium, Uraniborg. Figuren til venstre symboliserer astronomien og figuren til højre kemien [1].

Skønt Tycho i det store og hele anerkendte den traditionelle skelnen mellem den sublunare (jordiske) og superlunare (himmelske) verden, så anså han den ikke for at være absolut. Han forestillede sig at luften gradvist blev tyndere op mod Månen, for så at gå over i det æteriske element eller fluidum (*quinta essentia*), der var karakteristisk for himlen. Denne himmelske æter kunne optræde i forskellige tæthedstilstande, kondenseret som i Mælkevejen og i endnu stærkere form i stjernerne. De tanker, Tycho gjorde sig om fysisk kosmologi, blev videreudviklet af hans elev Cort Aslaksen, der senere blev professor i teologi i København. Aslaksen udgav i 1597 en bog om de tre himle (*De natura caeli*

triplicis), nemlig lufthimlen, stjernehimlen og den evige himmel, hvori han gav sit bud på stjernernes natur ud fra en blanding af naturvidenskabelige og teologiske slutninger.

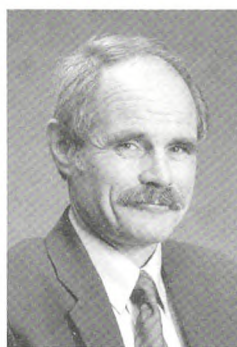
Aslaksen mente ligesom Tycho at den himmelske æter havde visse lighedspunkter med stærkt fortyndet atmosfærisk luft, om end den var endnu finere og tyndere. Bl.a. ved at henvise til optiske erfaringer konkluderede han, at stjernehimlen må bestå af et materielt fluidum og ikke have f.eks. krystallinsk natur. Det er interessant, at Aslaksen inkluderede optik og matematik i sin argumentation for det himmelske stofs materialitet, ligesom han brugte analogislutninger fra kemien. Men det er nok så karakteristisk, at hele hans tankegang var knyttet til den teologiske tradition, idet han sammenlignede med det for en fysiker så væsentlige spørgsmål om englenes natur. Denne natur var såvel legemlig (men ikke kødelig) som åndelig, hvilket fik Aslaksen til retorisk at spørge: "Hvorfor kan så ikke himlen, en så yderst fortyndet og fin substans, med en endog større ret anses for at bestå af en om end meget subtil materie og form?" [1, s. 263]

Udbredelsen af det tychoniske system fandt først sted efter Tycho Brahes død i 1601. I første halvdel af 1600-tallet havde det mange tilhængere, ikke mindst i de katolske lande, og det blev udviklet i adskillige "semi-tychoniske" varianter. Gennem det meste af et århundrede satte det sit stærke præg på astronomiens og kosmologiens udvikling [5]. Herhjemme blev det

energisk forsvaret af astronomiprofessoren Longomontanus, der var elev af Tycho og hvis *Astronomia Danica* fra 1622 var kendt som "den tychoniske Almagest."

Litteratur

- [1] Helge Kragh m.fl., Dansk Naturvidenskabs Historie, bd. 1. Aarhus Universitetsforlag 2005.
- [2] A. Wittendorff, Tyge Brahe. Gad 1994.
- [3] H. Kragh, red., Omkring Kopernikus. De Tidligste Skrifter om det Kopernikanske Verdensbillede. Steno Museets Venner 2006.
- [4] J. Teuber, red., Højdepunkter i Dansk Naturvidenskab. Gad 2002.
- [5] O. Pedersen og H. Kragh, Fra Kaos til Kosmos. Verdensbilledets Historie Gennem 3000 År. Gyldendal 2000.



Helge Kragh er professor i videnskabshistorie ved Steno Institutet, Århus Universitet, og arbejder især med de fysiske videnskabers nyere historie. Han har ledet udgivelsen af firebindsværket "Dansk Naturvidenskabs Historie".

Planetkalender 2007

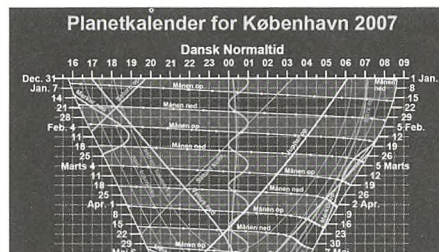
Martin Götz, Frederikssund Gymnasium

På side 15 er – ligesom sidste år – trykt en meget detaljeret "Planetkalender for København 2007". Planetkalenderen er udregnet for København og giver et hurtigt overblik over en række astronomiske forhold, f.eks. hvornår de enkelte planeter er synlige og om Månen eventuelt forstyrrer, samt:

- Opgangs- og nedgangstider for Solen, Månen og planeterne, der er synlige med det blotte øje (Månen er oppe i de grå områder og dens opgangs- og nedgangstider er yderligere markeret med små cirkler),
- Kulminationstidspunkter for planeterne,
- Slutningen og begyndelsen for det borgerlige, nautiske og astronomiske tussmørke, når Solen henholdsvis er 6°, 12° og 18° under horisonten,
- Solens kulmination + 12 timer (f.eks. aflæses kl. 0:15 i natten mellem d. 4.1. til d. 5.1. – så kulminerer Solen kl. 12:15 d. 4.1.),
- Månens fase (kl. 0:00 DNT står for nymåne, kl. 1:00 DNT for fuldmåne og kl. 0:30 DNT for halvmånefaserne).

På datoskalaen markerer prikkerne på kalenderens venstre og højre begrænsning nedgangs- og opgangstiderne for Solen. Datoerne er vist for hver syvende nat (angivet mellem søndag og mandag). Solens nedgangs- og opgangstider er markeret med gule eller hvide prikker. I tiden 25. marts - 27. oktober gælder dansk sommertid (DST), hvor tiderne på den nederste tidsskala skal anvendes. Resten af året gælder dansk normaltid (DNT), hvor den øverste tidsskala bruges. Kalenderen kan hentes elektronisk – helt gratis – med uddybende forklaring på web-adressen:

<http://www.planetkalender.tk>



Gøgl, pisk og penge – nye styringsredskaber i forskningspolitikken

Jesper Jørgensen

Vi står i Danmark i en alvorlig situation, som burde bekymre os mere end mange af de pseudonyheder som fylder den daglige nyhedsflade. Vi burde være bekymrede over den stigende forarmning af den danske forskningssektor som vi er vidne til i disse år. Nedprioritering af grundforskning, direkte politisk styring af institutioner og den enkelte forsker og en generel mistænkeliggørelse af seriøst videnskabeligt arbejde og uddannelse burde skabe opmærksomhed og handling, fremfor stille accept. Et samfund som ikke prioriterer videnskab, erkendelse og forskning har stor risiko for at stagnere over tid. Er det løsningen for Danmark i globaliseringens tidsalder?

Forarmning af forskningen

Den stigende forarmning af den danske forskningssektor vil på langt sigt medføre, at videnskabelig tankegang fjernes fra befolkningen og fra de vigtige politiske beslutningsprocesser. Vi kan forpasse afgørende beslutninger om vores fremtid, både lokalt og globalt hvis det lykkes at holde væsentlig videnskabelig viden væk fra beslutningsprocesserne og i stedet bygge på populisme og akut tilfredsstillelse af befolkningens forbrugslyst på bekostning af uddannelse og forskning. En kortsigtet strategi som vil betyde et heftigt overforbrug nu, men en stor mangel på viden, erkendelse og nysgerrighed om få år.

Jeg er ikke synderligt bekymret for de forsøg på reform af f.eks. universiteternes organisation, som vi er vidne til, fordi de er sket mange gange før. Det har de overlevet, og måske bør situationen bruges til at gøre op med organisatoriske strukturer, som er overleveret fra Middelalderen, frem for begrundet i nutidig funktionalitet. Jeg kan derimod være bekymret for det økonomiske kaos som regeringen har skabt gennem reform af bevillingssystemet, fordi jeg tror det vil favorisere dem der kan alle plus ordene og forstå den subtile politiske forventning, mens alle de "urentable" områder vil blive sultet ihjel. Finansieringen af fremtidens forskning hviler på et usikkert grundlag af halvbrudte løfter, politiske studehandler og penge som måske kommer, hvis de ikke i stedet bruges til at forgylde de ældre. Jeg kan savne den samme bekymring og omsorg fra politikere for forskere, som de viser for ældregruppen, hvor en stor del jo både er raske og ganske velhavende på papiret. Hvorfor er der ikke prestige i at tale vores sag? Vi gør jo ikke alt det besværlige arbejde for pengenes skyld, men fordi det er vigtigt og sjovt!

Anti-videnskabelig politik

Jeg er dog stærkest bekymret for det idégrundlag om forskning og videregående uddannelse som er officiel politik, fordi jeg ser en afvikling af den danske "videnskapital" som resultat. Den førte politik bygger på en anti-videnskabelighed som er tilsvarende den som

kom til udtryk under Thatcher i England og nu under præsident Bush i USA. En politik som bygger på en medfødt modvilje mod videnskabelig tankegang og et modsætningsforhold til uddannelse og begavelse i den akademiske verden. En tendens som i Danmark nok har fået en betydelig forstærkning fra Dansk Folkeparti, som om nogen betragter uddannede mennesker som fødte slyngler, der vil manipulere sig til magten på "folkets" bekostning.

Jeg tror at forståelsen for videnskab grundlægges allerede i barndommen. Hvis f.eks. skolen formår at skabe interesse for at erkende og undersøge verden, opnår man en forøgelse af den "sociale" kapital i samfundet på langt sigt. En forøgelse som vil betyde at viden udvikles og forøges som en naturlig del af samfundsudviklingen. Hvis man derimod vokser op i et samfund med mistillid til videnskab som politisk princip, skaber man negativ social kapital der betyder at samfundets udvikling bremses. En regering har gennem sin prioritering af undervisning, både på alment og videregående niveau, et stort ansvar for denne udvikling. Det kræver et sejt langvarigt arbejde og løses ikke ved at lave kanons eller ligegyldige happenings.

Superforskere, astronauter og andet gøgl

Jeg ser i tiden en genopblussen af idéer om at videnskab skal underlægges direkte og streng politisk kontrol, at videnskab udelukkende skal defineres i forhold til kommerciel værdi og en gennemgribende mistillid til videnskabelig tankemåde, som grundlag for vidtgående politiske og samfundsmæssige beslutninger. Hele denne afvikling af dansk videnskab sker under dække af en masse politisk spin, og fancy informationskampagner. Events som tilsyneladende afholdes for at vække interessen for videnskab og uddannelse, men som i stedet oftest bliver ligegyldige begivenheder, fordi formålet i sidste ende kun er at eksponere en ligegyldig minister, uden basalt kendskab til og engageret interesse for sit område.

Enkelte forskere kåres til "superforskere", og eksponeres som rollemodeller, velvidende at man alligevel kun giver en forsvindende brøkdel af dem der

forsøger at gøre forskerkarriere, en reel mulighed. Et gennemført og konsekvent spild af talent og kvalifikationer hos både unge og ældre forskertalenter. Jeg er bekymret over at se dygtige mennesker forlade Danmark i frustration, eller søge jobs udenfor forskerverdenen i afmagt over den manglende støtte til at bruge sin viden og evner.

Gøgl er det når videnskabelige ekspeditioner markedsføres som chartertur for universitetsansatte, med fokus på hvad der spises ombord eller opleves på havnekajen. Man introducerer et indtryk af, at videnskabeligt arbejde er uforpligtende skæg og ballade for skatteydernes penge. At seriøst videnskabeligt arbejde nemt kan udføres på kort tid, og med hurtige konklusioner. Hvordan skal det kunne vise det langsommelige og systematiske arbejde som forskning indebærer og legitimere overfor skatteyderne og deres børn, at netop det langvarige og systematiske arbejde oftest er værd at betale for?

Eller når en dansk astronautkandidat udvælges under stor medieståhej, velvidende at hans eneste chance for at komme i rummet er på lokumbillet, fordi forskningsministeren ikke ønsker at investere nogle penge i at engagere Danmark i bemanded rumfart. Man sender et kortvarigt budskab til børn og unge om betydningen af at deltage i international rumfartsforskning, men sender samtidigt signalet om at det ikke skal tages seriøst. Et mønster man ofte ser i dysfunktionelle familier, hvor det der siges ikke er det der menes. Hvordan dette skal motivere unge til at tage tekniske og naturvidenskabelige uddannelser har jeg svært ved at se.

Det er en konstant kritik fra især Videnskabsministeriet, at vi ikke satser nok på forskningsformidling. Ministeriets idé er, at vi skal lave flere events og smartere tryksager. Skaber det nogen forandring? Enhver med tilknytning til skolevæsenet ved, at man allerede modtager tonsvis af smarte og professionelt udførte materialer med forslag til at anvende dem i undervisningen. Materialerne bliver ikke brugt, fordi de ikke er integreret i skolens undervisningsplan og fordi man også ustandseligt fra politisk hold ændrer skolens struktur og indhold. Så skal vægten lægges på kristendomskundskab, så på dansk, så på naturfag osv. – men gennem hele denne ustandselige indblanding går manglende forståelse for at opbygge viden og erkendelse for fremtidens voksne, der sidder som elever i klassen. Selv det mest avancerede undervisningsmateriale kommer til kort, hvis modtageren ikke har nogle forudsætninger for at modtage budskabet. Vil man informere om videnskab og forskning må der hos modtageren være en erkendelse af at dette er vigtigt at undersøge nærmere, et ønske om at blive klogere. Vi har svært ved at fremme viden, hvis dumhed er den fremherskende kvalitet i et samfund.

Hvem er til grin?

Nu kan det være at det er mig, der helt har misforstået hvad der sker. Måske er videnskabsministeren i virkeligheden en komiker ansat til at se, hvor langt man kan

drive den videnskabelige verden ud, før den opdager at den er til grin? En afprøvning af, om vi lever op til vores intellektuelle ansvar og gamle akademiske værdier om at fastholde forskningsfrihed og tilnærmelsesvis objektivitet i forskningsprocessen. En afprøvning af, om vi for at være i verdenseliten, tør stå fast og være offensive, i stedet for at indordne os og tilpasse os magthavernes tilfældige luner. Har universiteterne substans eller er der kun tingeltangel ved årsfesten tilbage?



Figur 1. Videnskabsminister Helge Sander til et uformelt møde i Graz, april 2006, mellem Europas ministre for forskning og teknologi. Alle skrev under på en plakette med overskriften "Investing in Excellence & Innovation" (www.eu2006.at).

Forskning kan ikke styres som en virksomhed

Nu er jeg ikke i tvivl om, at det humoristiske niveau er ganske lavt i regeringen, så dér er nok ikke noget at komme efter. Tværtimod er jeg overbevist om, at der bag de mange besynderlige tiltag overfor forskningsverdenen også skjuler sig en angst for Danmarks muligheder i den globale økonomi. Dels en angst for at blive slugt af globaliseringen, men også en angst for ikke at komme med på den globale markedsvogn. Regeringens forsøg på at gennemføre en omfattende reform af ledelse, organisation og finansiering af universiteter og forskningsinstitutioner må ses i dette lys. Hvis vi centraliserer universiteterne i superinstitutioner, sætter erhvervsledere ind som administrerende direktører for både organisation og forskning på institutionerne og endelig styrer pengestrømmen stramt, vil vi have den målretning og styring mod definerede produktionsmål som store virksomheder i den private sektor har.

Hele planen bygger på ønsketænkning og modsiges både af danske og internationale erfaringer. Store forskningsenheder er ikke nødvendigvis mere produktive end små. Ledelse hvor hovedpersonerne på forskningsinstitutionerne: de studerende, VIP og TAP sættes udenfor indflydelse bliver ikke mere effektive. Forskning som styres af politikere gennem direkte bevilling bliver tendentiøs og ofte irrelevant fordi den skal levere bestemte resultater. At det nu er en militær opgave at udføre forskning, som man i regeringen ønsker holdt udenfor universiteternes normale processer som sikrer kvalitet, er et af mange eksempler på dette. Skal vi til at tale om fredsbevarende forskning? Andre eksempler er oprettelse af forskningsinstitutioner til at fremme bestemte politiske synspunkter, som Lomborgs

Institut for Miljøvurdering, eller den resolute lukning af højniveau forskningsinstitutioner som Humanistisk Forskningscenter og NORDITA som man skønnede irrelevante.

Hvis man ser på vidensproduktion og erkendelse alene gennem markedsrelevansens optik er det naturligt at der fremkommer paroler som f.eks.: "Fra idé til faktura". Idéen om at forskningens relevans alene kan måles i muligheden for at omsætte resultaterne kommercielt er intet andet end et knæfald for dumheden. Der er ikke tvivl om, at f.eks. de mest gennembrydende teorier i sidste århundrede indenfor det naturvidenskabelige område ikke ville være udviklet efter disse kriterier. Einstein ville være blevet pensioneret fra patentkontoret i Zürich, uden chance for at have kunnet udvikle sine idéer. Idéerne om stram måling af forskernes kvalitet f.eks. gennem ratings af publikationsværdi og stramme ansættelsesprocedurer, ville formodentligt også have betydet at Wittgenstein havde haft hele sin karriere i den østrigske folkeskole uden at få publiceret sine idéer.

Danmark i krise

Havde regeringen brugt en videnskabelig analyse til at undersøge mulighederne for Danmark i den nye globale økonomi og de erfaringer vi tidligere har gjort i andre globale kriser eller perioder med international markedsturbulens kunne de måske have fået et mindre angstfyldt forhold til fremtiden. Vi har før i tiden oplevet trusler mod vores eksport og hjemlige produktion, men har samtidigt formået at bruge denne udvikling til at udvikle landets sociale og vidensmæssige kapital. Ved at bygge på fælles kompetencer, udvikle nicherne og forøge befolkningens vidensniveau skabtes det moderne samfund bl.a. gennem andelsbevægelse, højskoler og højt specialiseret industri i en krisetid. Vi kan givetvis ikke bare gentage dette mønster, men kan bruge principperne om at udvikle fælles kompetencer og viden. Det kræver en fælles bevægelse helt fra hjemmet, hvor børn eller forældre må skifte TV-program fra: "vild med dans" til: "viden om" og op til landets ledelse som må sende et stærkt og kontant signal om at viden og uddannelse er højeste prioritet for samfundet. Selvfølgelig skal det også være sjovt og interessant at lære og erkende, men det er vel også derfor vi er i faget?

Mangel på diversitet – også i kunsten

I øvrigt er det ikke kun svært for os i den videnskabelige side af samfundet. Hvad vi oplever af gøgl og manglende prioritering er ganske lig oplevelserne i kunstverdenen. Succeskriterier hos kulturministeren er alene kommercielt salg af kunst, idéen om at nogle få superkunstnere kan repræsentere kunsten og idéen om at forretningsverdenens ledere er de bedste ledere også for kulturinstitutioner. Diversitet er ikke ønsket, ja kunst der ligesom videnskab er lidt uregerlig, er i det hele taget noget uønsket. Eneste forskel på os og kunstverdenen er tilsyneladende en større solidaritet og en lavere

grænse for hvad man stiller op til af politisk gøgl, hvad efterårets cirkus omkring københavnske teatres ledelse har vist. Måske kunne vi lære noget?

Langsigtet tænkning

Når vi derfor står i denne kritiske situation for dansk forskning, hvad kan vi så gøre i forskningsverdenen? Først og fremmest må vi indse at vi har en vigtig opgave foran os. Det er vores ansvar at gå mod strømmen og fastholde den langsigtede betydning af forskning og læring, ikke kun på profitable områder, men også som erkendelse og grundforskning. Kører vi med på idéen om at relevant forskning kun er anvendelig forskning skyder vi os selv i foden. Turen kommer også til os på et tidspunkt. Vi må fastholde at videnskab ikke lader sig afgrænse, men at f.eks. humaniora også har betydning for naturvidenskab og omvendt, eller at noget forskning bygger op til et større erkendelsesskift vi ikke kender endnu, og derfor ikke kan måles alene på nutidig nytteværdi.

Vi må indse at vi har et intellektuelt ansvar for at deltage i debatten om samfundets grundlag og udvikling, og at det er en aktivitet vi ikke bliver betalt for.

Gå befolkningen i møde

Det er nok spild af kræfter at forsøge at overbevise det nuværende politiske system. Mange kolleger har prøvet og kun fået frustration tilbage. I stedet tror jeg vi skal lægge langt større vægt på at få udbredt vores kundskab og engagement til befolkningen. Ikke gennem pop og gøgl, men ved det direkte møde imellem dem som er med til at betale for os som arbejder med forskning og uddannelse. Selv videnstunge områder som humaniora eller omkostningstunge områder som højteknologisk og biologisk forskning kan forstås af befolkningen hvis vi forklarer hvorfor de er vigtige i det samlede vidensregnskab. Det er min erfaring at dette møde er givende for begge parter og at skellet imellem befolkning og videnskab, som det opleves i øjeblikket, skabes af politiske kræfter som ønsker at bruge det i magtøjemed. Diskussionen om Danmark som videnssamfund i en globaliseret verden er relevant og vigtig. For vigtig til at overlade til politikere, som måske er forklædte komikere i jobtræning.

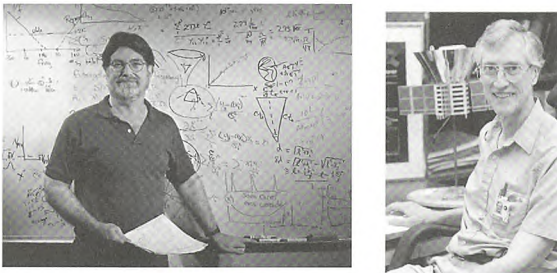


Jesper Jørgensen har universitetsuddannelse i psykologi, Internationale Udviklingsstudier, pædagogik og informatik. Han er deltager i internationale forskningsnetværk omkring design og psykologi i ekstreme miljøer og er tidligere aktiv i Videnskabscafeen. Han har gennem en del år været ivrig debattør af videnskabspolitik og har stor erfaring med videnskabsformidling til alle aldersklasser.

Nobelprisen 2006

Af Steen Hannestad, Institut for Fysik og Astronomi, Aarhus Universitet

Årets nobelpris i fysik er blevet tildelt John Mather (NASA Goddard) og George Smoot (UC Berkeley) for målinger af den kosmiske mikrobølge baggrund. Mather var leder af FIRAS (Far InfraRed Absolute Spectrometer) eksperimentet, der målte at baggrundsstrålingen følger en eksakt Planck fordeling. Smoot var leder af DMR (Differential Microwave Radiometer) eksperimentet, der var først med at påvise ujævnheder i den kosmiske baggrundsstråling. Både FIRAS og DMR var en del af NASAs COBE (Cosmic Background Explorer) satellit.



George Smoot og John Mather (Berkeley Univ. og NASA).

Historien

For at kunne værdsætte betydningen af de to opdagelser er det interessant at gå tilbage til forskningsområdets begyndelse. I 1948 forudsagde George Gamow på baggrund af Big Bang teorien eksistensen af en strålingsrest fra den tidlige meget varme periode i Universets udvikling: En stråling, som skulle være alle steder i Universet, med en temperatur på omkring 10 K. På det tidspunkt havde man ikke set spor af en sådan stråling, så forudsigelsen var relativt upåagtet i en lang årrække. Men i 1965 skete der så noget: De to ingeniører Penzias og Wilson fik adgang til et mikrobølgeteleskop fra Bell Labs. Teleskopet var egentlig bygget til brug for en forløber for satellitkommunikation, men projektet blev aldrig til noget og teleskopet blev derfor frigivet til forskningsbrug. Desværre viste det sig hurtigt, at der var problemer med teleskopet: Uanset, hvorhen de rettede antennen, var der en ukendt støjkilde, som man ikke kunne finde årsagen til. Først efter et stykke tid snakkede de to tilfældigt med en gruppe teoretiske fysikere fra Princeton, som kunne fortælle, at støjen formentlig var den kosmiske baggrundsstråling. Temperaturen af strålingen var dog noget lavere end forventet, omkring 2,7 K. At der virkelig var tale om baggrundsstrålingen blev hurtigt bekræftet, og i 1978 fik Penzias og Wilson nobelprisen for deres opdagelse. Forbløffende nok kan man faktisk se den kosmiske baggrundsstråling hjemme i sin stue. Bølgelængden ligger relativt tæt på TV-signalerne, og helt almindelige TV-antenner kan derfor også se baggrundsstrålingen.

Omkring 1 % af den "sne", man kan se mellem kanalerne på sit TV, kommer fra den kosmiske baggrundsstråling.

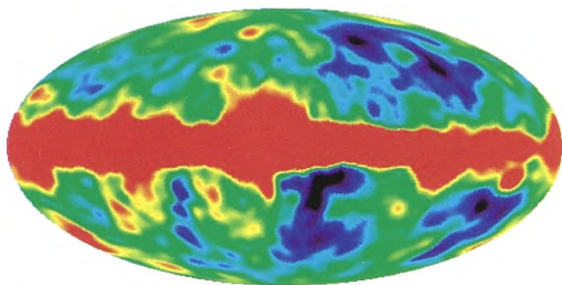
I 1968-1970 lavede Peebles & Yu og Sunyaev & Zeldovich uafhængigt af hinanden detaljerede beregninger for, hvordan baggrundsstrålingen er blevet dannet. I det tidlige univers, hvor temperaturen var meget høj, var elektroner ikke bundet. Fotoner vekselvirkede meget effektivt på grund af Thomson spredning på de frie elektroner og var i fuld termodynamisk ligevægt med det eksisterende plasma af elektroner og protoner. Ved en temperatur på omkring 3000 K rekombinerede brint, og den på grund af den faldende mængde af frie elektroner holdt fotoner stort set op med at vekselvirke. Universets alder var på det tidspunkt omkring 300.000 år. Efterfølgende er fotonernes bølgelængde blevet rødforskydet på grund af Universets udvidelse til på nuværende tidspunkt at svare til en effektiv temperatur på 2,7 K. Det er interessant at bemærke, at den Planck fordeling fotonerne havde i det tidlige univers bliver bevaret mens Universet ekspanderer, selv efter at fotonerne er holdt op med at vekselvirke. Når man derfor måler, at den kosmiske baggrundsstråling følger en Planckfordeling er det altså ikke fordi fotonerne er i termodynamisk ligevægt i vores nuværende univers.

Samtidig med beregningen af, hvordan rekombination forløb i det tidlige univers, blev det også af de samme forfattere påvist, at der i baggrundsstrålingen burde findes ganske små afvigelser fra isotropi. Grunden er, at der allerede under rekombination var små ujævnheder i tætheden af stof. Da fotonerne var i ligevægt med stoffet indtil rekombination betyder det samtidig også, at der må være tilsvarende ujævnheder i fotonernes energitæthed og dermed i deres gennemsnitlige energi. Det er netop disse små ujævnheder i stoffet, der siden rekombination på grund af tyngdekraften er vokset til at danne de stjerner og galakser, vi ser omkring os i dag.

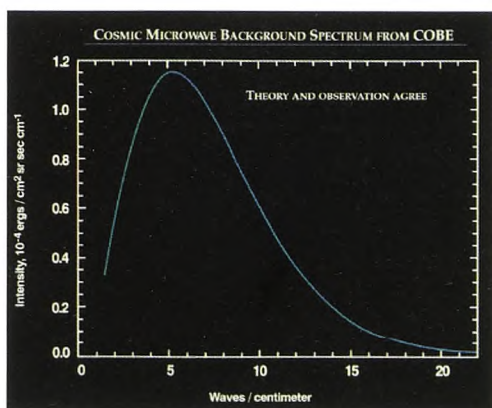
Satellit-målinger nødvendige

Ujævnhederne i baggrundsstrålingen er ganske små, kun omkring 1/100.000 af selve strålingens intensitet, og er derfor meget vanskelige at måle. For at kunne måle præcist nok var man nødt til at gøre det fra rummet med en satellitbaseret mikrobølgedetektor. I 1974 havde NASA en ansøgningsrunde for såkaldte "Medium Size Missions". Ud af 121 ansøgninger var de 3 forslag til studier af den kosmiske mikrobølge baggrund. De to af forslagene var FIRAS og DMR, mens det tredje, DIRBE, var beregnet på målinger af den diffuse infrarøde baggrund fra støv i Universet. Ingen af forslagene kom igennem i første omgang, men i

1976 lagde man FIRAS, DMR og DIRBE sammen til et fælles projekt, COBE (Cosmic Background Explorer). COBE blev planlagt til opsendelse i 1987-88 med rumfærgen, men på grund af Challenger ulykken var man nødt til i sidste øjeblik at ombygge satellitten så den kunne opsendes med en Delta raket. Opsendelsen forløb uden problemer og i 1992 kom de første væsentlige videnskabelige publikationer fra COBE. DMR eksperimentet målte afvigelser fra isotropi med en amplitude på ca. $30 \mu\text{K}$ (figur 1), og FIRAS målte med stor præcision baggrundsstrålingens Planck spektrum (figur 2) – De to opdagelser nobelprisen er givet for.

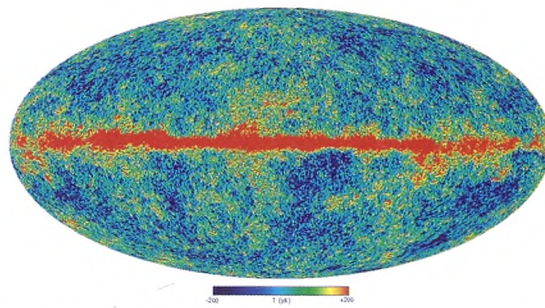


Figur 1. COBE-DMRs måling af anisotropi i baggrundsstrålingen. Bemærk den røde stribe, som skyldes mikrobølgeemission fra Mælkevejen.



Figur 2. COBE-FIRASs måling af baggrundsstrålingens spektrum. Det mest bemærkelsesværdige ved figuren er, at måleusikkerhederne er så små, at de er mindre end kurvens tykkelse.

COBEs observationer blev startskuddet til det mest aktive forskningsområde inden for kosmologi i dag. Ujævnhederne i baggrundsstrålingen indeholder dels store mængder information om de fysiske forhold i det tidlige univers, dels kan de bruges som en målestok til undersøgelse af Universets geometri og ekspansionshastighed efter rekombination. I de følgende år blev der derfor udført en række nye målinger af baggrundsstrålingen ved brug af stratosfæreballoner. Det vigtigste af eksperimenterne har været det såkaldte BOOMERANG eksperiment, der i 2000 påviste, at Universets geometri er flad, netop ud fra målinger af baggrundsstrålingen.



Figur 3. WMAPs måling af anisotropi i baggrundsstrålingen, sammenlignet med COBES. På samme måde som i figur 1 skyldes den røde linie mikrobølgestråling fra Mælkevejen.

I juni 2001 opsendte NASA så WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe), som er efterfølgeren til COBE-satellitten. Data fra WMAP blev første gang offentliggjort i februar 2003, og igen i marts 2006. WMAP har en præcision, som er omkring 100 gange bedre end COBE (figur 3), og WMAPs målinger har, sammen med andre kosmologiske data, med stor præcision fastlagt mange af de kosmologiske parametre. Samtidig er alle de væsentligste kosmologiske data konsistente med hinanden, og peger alle i retning af en kosmologi, hvor ca. 5 % af Universet består af almindeligt (baryonisk) stof, 25 % af mørkt stof, og 70 % af den såkaldte mørke energi, som får ekspansionen til at foregå hurtigere og hurtigere. Den fantastiske mængde information i WMAPs målinger har netop sat vigtigheden af COBES oprindelige resultater i relief – de var startskuddet til hele forskningsområdet.

I midten af 2008 opsendes den næste store satellitmission til måling af baggrundsstrålingen, ESAs Planck Surveyor. Den vil igen betyde en stor forbedring i forhold til WMAP, og en af de væsentligste ting for Planck bliver at foretage præcise målinger af baggrundsstrålingens polarisation. Håbet er derigennem at kunne måle rester af inflationsfasen i det meget tidlige univers. Samtidig er NASA allerede gået i gang med planlægningen af en efterfølger til WMAP, den såkaldte Inflation Probe, der som navnet antyder også er beregnet på at anvende baggrundsstrålingen til studier af inflationsfænomenet i det meget tidlige univers. Der er altså udsigt til at dette forskningsområde også inden for de næste 10-15 kommer til at give væsentlige nye resultater.



Steen Hannestad arbejder inden for det område, der kaldes astropartikelfysik. Betegnelsen dækker brugen af astrofysiske og kosmologiske observationer til studier af fundamental partikelfysik. Den kosmiske baggrundsstråling er også her blandt de vigtigste informationskilder.

Nyt fra SNU

Anja C. Andersen har fået Kirstine Meyers Mindelegat

Lektor Anja C. Andersen har fået tildelt det prestigebetonede Kirstine Meyers Mindelegat.



Dette skete mandag den 9. oktober 2006 på Geologisk Museum, hvor selskabets præsident Dorte Olesen overrakte legatet og oplæste den flotte indstilling, som Selskabets direktion havde modtaget fra en fremtrædende dansk astrofysiker. Bagefter holdt Anja C. Andersen et foredrag om sin forskning om stjernestøv.

Anja C. Andersen har tidligere modtaget store – både danske og internationale – priser for sin formidling, og kan nu føje et legat for sin forskning til rækken af anerkendelser.

Anja C. Andersens tidlige arbejder omfattede epokegørende studier af interstellart materiale i meteoritter, udvundet ved meget omhyggelige kemiske analyser. Sådanne undersøgelser har bl.a. ført til påvisning af ekstremt små diamanter, dannet i atmosfærerne omkring røde kæmpestjerner. Hun har også spillet en væsentlig rolle i definitionen af et forslag til en lille rumsonde, Bering, til detektion og studier af asteroider. Anja C.

Andersen indgår nu i DARK-centret, oprettet af Grundforskningsfonden med henblik på kosmologiske studier. Dette markerer en udvidelse af hendes forskningsindsats, hvor hendes hidtidige erfaringer vil være særdeles værdifulde. Dannelsen af støv i det tidlige univers har spillet en stor rolle for udviklingen af de tidligste stjerner og dermed for syntesen af grundstoffer tungere end helium – et særdeles aktivt forskningsfelt, hvor udviklingen af observationsmulighederne åbner op for helt nye studier. Der er derfor ingen tvivl om, at Anja C. Andersen også fremover vil yde en særdeles værdifuld forskningsindsats, og hun ses som en af de mest lovende yngre danske astrofysiske forskere.

Kirstine Meyer legatets fulde navn er "Lektor, dr.phil., Fru Kirstine Meyer, f. Bjerrums Mindelegat" og det blev stiftet i 1942 af en kreds af kollegaer, som ønskede at "sætte et minde om hende, som kunne bringe vidnesbyrd til kommende tider om den beundring, højagtelse og hengivenhed, som samtidige nærede for hende". Blandt legatets stiftere var Niels og Olaf Bjerrum og studiekammeraten Hanna Adler der sammen med Kirstine Meyer i 1892 var blevet den første kvindelige magister i fysik, og Niels Bohr signerede vedtægten. Kirstine Meyer modtog Videnskabernes Selskabs guldmedalje i 1899 og blev Danmarks første kvindelige dr.phil. i fysik i 1909. Gennem hele sit liv var hun engageret i skolelovgivning, og hun havde en afgørende indflydelse på udformningen af kemi- og fysikundervisningen i gymnasiet.

Legatet er siden indstiftelsen uddelt 32 gange. Listen over modtagerne findes på SNU's hjemmeside, www.naturvidenskab.net.

KVANT udgives af:

Astronomisk Selskab (AS)
www.as-dk.org

Michael Quaade (formand)
Hviddingvej 48
2610 Rødovre
Tlf. 36723634 (privat)
43386947 (arbejde)
mq@spacecenter.dk

Lene Henriksen (kasserer)
Tlf. 39696179,
lene.henriksen@webspeed.dk

Inge Frederiksen (medl.)
Tlf. 46756676
inge.frederiksen@mail.dk

Dansk Fysisk Selskab (DFS)
www.dfs.nbi.dk

Jørgen Schou (formand)
Afd. for Optik og Plasmaforskning
Forskningscenter RISØ
4000 Roskilde
Tlf. 46774755
j.schou@risoe.dk

Peter Balling (kasserer)
balling@phys.au.dk

Dansk Geofysisk Forening (DGF)
dgf.gfy.ku.dk

Karen G. Schmidt (formand)
Mærsk Olie og Gas
karengschmidt@gmail.com

Henvendelser til:
Bo Vinther (kasserer)
Is og klima, Niels Bohr Inst.
Juliane Maries Vej 30
2100 København Ø
Tlf. 35320617, bo@gfy.ku.dk

Lars Stenseng (sekretær, web)
Tlf. 35325792
stenseng@spacecenter.dk

Selskabet for Naturlærers Udbredelse (SNU)
www.naturvidenskab.net

Dorte Olesen (formand)
UNI-C, Vermundsgade 5
2100 København Ø
Tlf. 35878804 (sekretær)
bente.egaa@uni-c.dk

Jørn Johs. Christiansen
(sekretær, medlemmer)
Tlf. 39695818
jjchr@tdcadsl.dk

Lene Körner (bogholder)
Tlf. 35320762
koerner@math.ku.dk

Oplysning til alle medlemmer af DFS: I forbindelse med opdatering af DFS' register bedes medlemmerne sende deres e-mail adresse til: andresen@fys.ku.dk, se www.dfs.nbi.dk!

Foredrag i foråret 2007

Astronomisk Selskab

Danmark i Rummet.

Et stort antal objekter i Solsystemet – både planeter og deres måner, samt kometer og asteroider – har i de seneste år fået besøg af menneskeskabte satellitter. Disse satellitter, hvoraf mange stadig er aktive, har sendt enorme mængder af data og billeder tilbage til Jorden. Ud fra disse data er vi igang med at opbygge en fantastisk viden om vores naboer i Solsystemet – og om Solsystemet generelt. Samtidig har vi etableret en permanent bemanded base og forskningslaboratorium udenfor Jordens atmosfære, nemlig Den internationale Rumstation, ISS.

Alle disse projekter er naturligvis domineret af store organisationer som de europæiske og amerikanske rumorganisationer ESA og NASA. Men, på trods af vort lands relativt lille størrelse, har danske virksomheder og forskningsinstitutioner alligevel haft afgørende indflydelse på både den tekniske udførelse og den forskningsmæssige udnyttelse af flere af missionerne. I denne foredragsrække vil nogle af de danske hovedpersoner fortælle om nogle af de rumprojekter, som de er involveret i.

Foredragene afholdes i samarbejde mellem Astronomisk Selskab, Tycho Brahe Planetarium og Folkeuniversitetet. De er tilrettelagt af Torben Arentoft, Bertil Dorch og Michael Linden-Vørnle.

Foredragskalender

Dato	Tid	Foredragstitel	Foredragsholder	Forening
Feb.				
5/2	19.15	“På mission i Solsystemet – med dansk elektronik i maskinrummet”	<i>Bo Hans Jensen</i>	AS (Kbh)
19/2	19.15	“På mission i Solsystemet – med dansk elektronik i maskinrummet”	<i>Bo Hans Jensen</i>	AS (Årh)
19/2	19.30	Besøg hos Danmarks Grundforskningsfonds center “Glas og tid”, Roskilde Universitetscenter (tilmelding via naturvidenskab.net)		SNU
26/2	19.15	“Bemandet rumfart i Europa”	<i>Bo Stenhuus</i>	AS (Kbh)
Mar.				
5/3	19.15	“Bemandet rumfart i Europa”	<i>Bo Stenhuus</i>	AS (Årh)
12/3	19.30	“Air-sea exchange of CO ₂ in the Polar Regions”	<i>Lise Lotte Sørensen</i>	SNU
19/3	19.15	“Nyt fra Mars”	<i>Morten Bo Madsen</i>	AS (Kbh)
26/3	19.15	“Nyt fra Mars”	<i>Morten Bo Madsen</i>	AS (Årh)
Apr.				
2/4	19.30	“Extreme Global Warming... 35 million years ago”	<i>Michael Storey</i>	SNU
16/4	19.15	“ESAs SWARM mission, dansk når det er bedst”	<i>John Leif Jørgensen</i>	AS (Kbh)
23/4	19.15	“ESAs SWARM mission, dansk når det er bedst”	<i>John Leif Jørgensen</i>	AS (Årh)
23/4	19.30	“Ombord på Galathea 3 med <i>Polarhavenes DNA</i> ”	<i>Nikolaj Blom</i>	SNU
Maj				
7/5	19.15	“Rummedicin – hvad er det, og hvad kan det bruges til”	<i>Peter Norsk</i>	AS (Kbh)
14/5	19.15	“Rummedicin – hvad er det, og hvad kan det bruges til”	<i>Peter Norsk</i>	AS (Årh)
14/5	19.30	“Havets bakterie-stjerner – verden rundt med Galathea3”	<i>Lone Gram</i>	SNU

Foredragene afholdes på følgende adresser:

AS (Kbh): Auditoriet, Juliane Maries Vej 30, 2100 Kbh. Ø

AS (Årh): Matematisk Inst., Aarhus Universitet, Ny Munkegade, Bygn. 530, Aud. D, 8000 Århus C

SNU: Geologisk Museum, Øster Voldgade 5-7, Kbh. K (www.naturvidenskab.net).

Foredrag i andre foreninger:

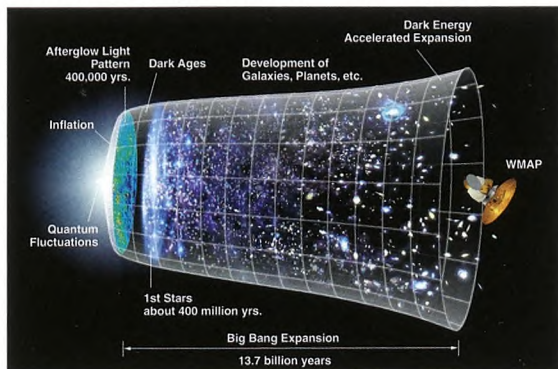
- SNUs kalender, www.naturvidenskab.net (klik på “Andre aktiviteter i DK”)
- Ungdommens Naturvidenskabelige Forening, www.unf.dk
- Videnskabernes Selskab, www.royalacademy.dk
- Videnskabshistorisk Selskab, www.math.ku.dk/videnskabshistorie
- Niels Bohr Arkivet, www.nbi.dk/nba

KVANT-nyheder

Af Sven Munk, KVANT

WMAP-missionen forlænges

KOSMOLOGI. Gennem måling af baggrundstrålingen i Universet er der skabt større klarhed om Universets dynamiske historie. Ikke mindst WMAP-missionen har gennem det seneste årti ydet et væsentligt bidrag til dette. WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) har fra rummet målt strålingsstyrke og -polaritet ved flere frekvenser i intervallet 23-94 GHz. Det videnskabelige udbytte af dette projekt har været så stort, at den oprindelige tidsramme for projektet nu er udvidet fra to til otte år – altså til 2009.



Kilde: Billeder af strålingens fordeling på himmelhvælvet findes på: http://map.gsfc.nasa.gov/m_mm.html

Smykkesten af sælsom art

GEOFYSIK. Hemmeligheder fra det gamle Egypten er der masser af. En af dem blev opdaget af mineralogen Vincenzo de Michele, da han i 1996 var på besøg i det Egyptiske museum i Cairo. Hans opmærksomhed blev fanget af en gulgrøn smykkesten i Tutankhamuns halskæde.



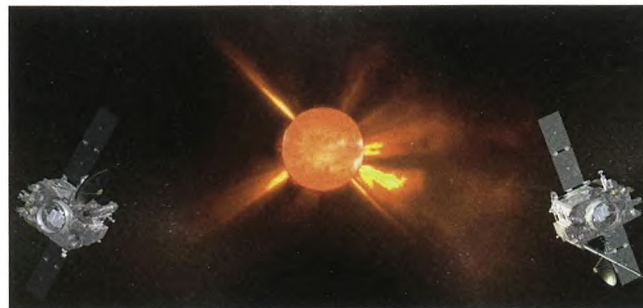
Han undrede sig, for det var ikke muligt at identificere det pågældende mineral. Senere analyser viste dog, at det er glas. Hermed er gåden dog ikke løst, for glasset er meget ældre end den ældste egyptiske civilisation. Bistået af den egyptiske geolog Ali Barakat lykkedes det – langt ude i Sahara – at finde en lokalitet, hvor glasklumper af samme beskaffenhed var spredt over et større område. Som billedet til højre viser, fandt man nogle relativt store glasklumper.

Gåden om, hvordan glasset er dannet og havnet langt ude i ørkenen, er blevet emne for debat. En plausibel hypotese er, at det er den høje temperatur, som kan frembringes af meteornedslag, der er den egentlige fysiske årsag. Computer-simuleringer antyder, at nedslaget må have haft en sprængkraft større end en meget stor atombombe.

Kilder: <http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/2/hi/science/nature/5196362.stm>; Supplerende viden om oldegypternes fremstilling af råglas: "Science" 308, 1750-52, 1756-58 (2005).

3D solobservatorium opsendt

SOLFYSIK. Missionen STEREO (Solar Terrestrial Relations Observatory) er kommet godt fra start – det vil sige er opsendt med en Delta II raket fra Cape Canaveral. Systemet består af et sondepar (STEREO A og STEREO B), som skal optage billeder af solens overflade i 3D.



De to sonder vejer hver 700 kg og de vil følge samme bane som jorden rundt om solen. Udover at tage billeder, hvor interessen især samler sig om soludbrud, kan sonderne også måle strømmen af protoner fra solen.

Kilde: <http://www.ieap.uni-kiel.de/et/>; <http://stereo.gsfc.nasa.gov>

Sorte huller roterer

ASTROFYSIK. I Røntgen-dobbeltstjernesystemet GRS 1915+105 findes et sort hul, som roterer med 950 omdrejninger per sekund. Det mener i hvert fald forskere ifølge det seneste nummer af "Astrophysical Journal". Stjerneparret består af en ekspanderet kæmpe på 1,2 gange Solens masse og et sort hul som vejer omkring 12 gange så meget som kæmpestjernen. Den letteste stjerne afgiver stof til det sorte hul, idet det undervejs gør ophold i en tilvækstskive. Strengt taget er rotationshastigheden bestemt i dette område tæt på "kanten" til det sorte hul. Man forestiller sig, at der er en kobling mellem de to sider af begivenhedshorisonten (Schwarzschild-radius), så den rotation, som iagttages udenfor, svarer til rotationen inde i det sorte hul.

Kilde: "Astrophysical Journal", vol. 652, nr. 1, p. 518-539.

Komet i nabolaget

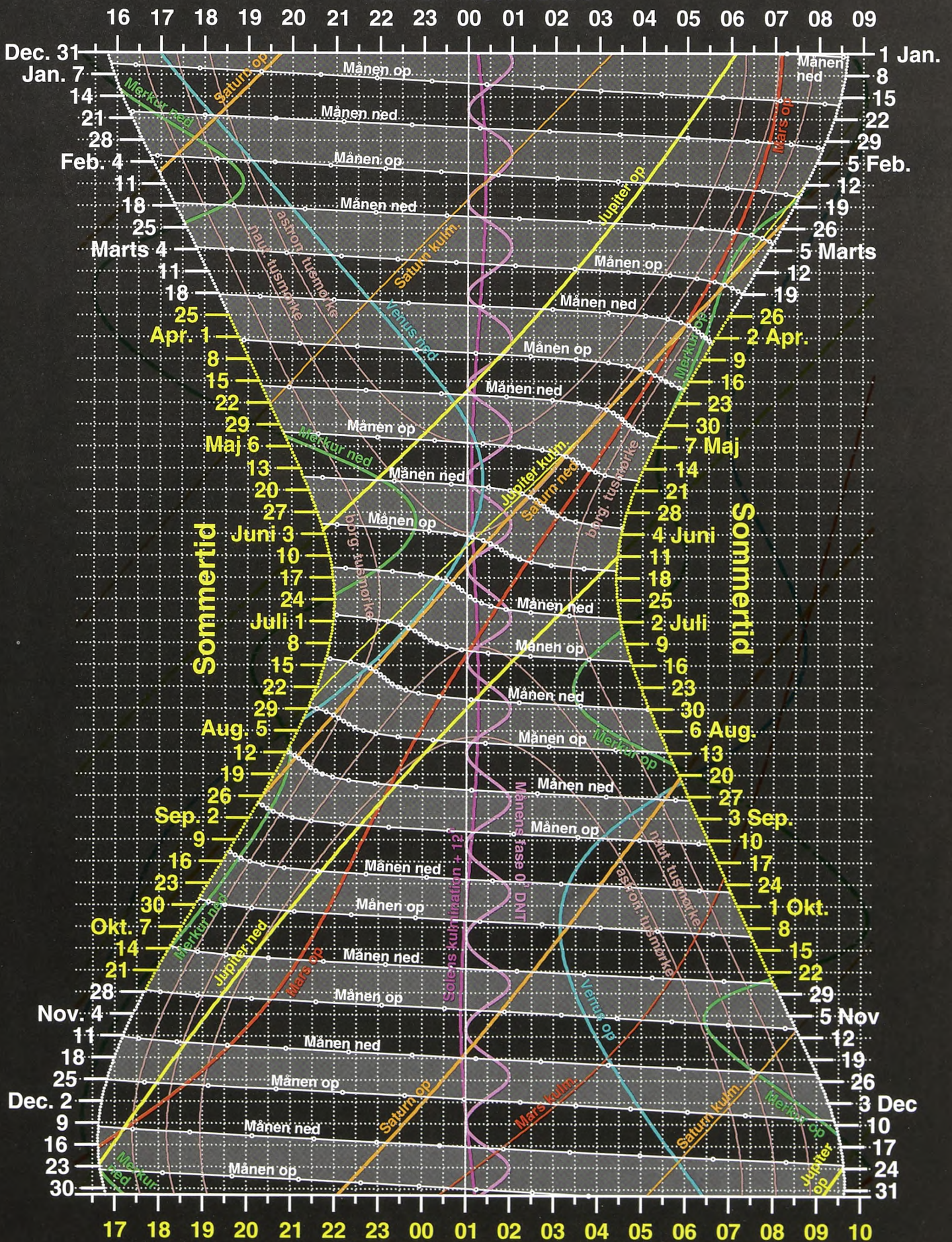
ASTRONOMI. Sidst i oktober kunne man se kometen Swan C/2006 M4 i nærheden af stjernebilledet Herkules. På steder hvor himlen er helt mørk, har det været muligt at se kometen med det blotte øje. Billedet viser hvorledes en masse stof er blevet frigjort fra kometens overflade.

Kilde: <http://antwarp.gsfc.nasa.gov/apod/>



Planetkalender for København 2007

Dansk Normaltid



Vostok-søen igen

Af Preben Gudmandsen, Professor emeritus, Danmarks Tekniske Universitet

Juninummeret af KVANT (17. årg. Nr. 2) indeholder en nyhedsartikel om floder og søer under isen i Antarktis detekteret ved hjælp af radardata fra satellitterne ERS og Radarsat. I den forbindelse omtales opdagelsen af under-glaciale søer. Den største af dem, Vostok-søen, er cirka 50 km bred og 150 km lang ($78,4^\circ$ S, $106,5^\circ$ Ø) og blev opdaget under opmålinger med en luftbåren radar af Øst-Antarktis foretaget af Scott Polar Research Institute (SPRI), Cambridge, England., i 1970'erne.

Det er almindeligvis ikke kendt, at der står dansk teknik bag denne opdagelse. I 1967 blev Laboratoriet for Elektromagnetisk Feltteori (LEF), Danmarks Tekniske Universitet, som laboratoriet hed den gang, inviteret til at deltage i EGIG (Éxpedition Glaciologique Internationale au Groenland) med henblik på at måle tykkelsen af indlandsisen langs EGIG-profilen tværs over Grønland ved brug af radarteknik. Et anlæg var blevet udviklet af SPRI og anvendt med held fra slæde langs forsyningsruten over isen mellem Thule (Camp Tuto) og Camp Century i nordøst Grønland. Dette udstyr blev modificeret af laboratoriet til brug fra fly, og på grundlag af de erfaringer, vi fik under første ekspedition til Grønland i maj 1968 udvikledes et nyt system ved LEF. Den væsentligste ændring var, at frekvensen blev ændret fra 35 MHz til 60 MHz, hvorved man undgår 'falske' signaler reflekteret fra ionosfæren, og samtidig får en optimal antenneinstallation.

Det gav anledning til et 'trekant' samarbejde med National Science Foundation i Washington D.C. (NSF) og SPRI i midten af halvfjerdserne. Et nyt og mere effektivt anlæg (fra 1 kW til 10 kW spidseffekt) blev udviklet på laboratoriet, finansieret af NSF og Kommissionen for Videnskabelige Undersøgelser i Grønland. Det blev installeret på et amerikansk Hercules C-130 fly, som gennem nogle år udførte flyvninger i Grønland og Antarktis på skift. Det er fra en af disse flyvninger nedenstående billede stammer.

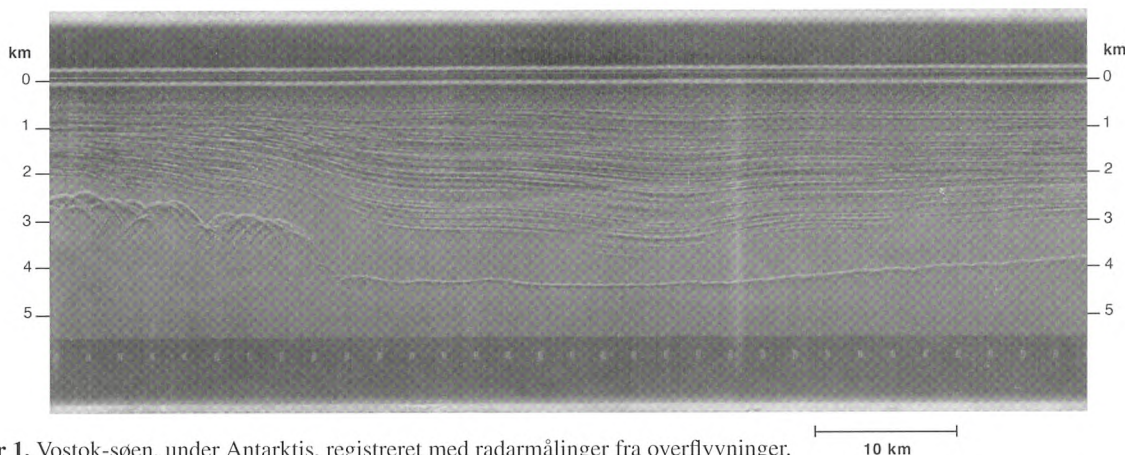
For at få god rumlig opløsning anvendtes en lineær,

tolv meter lang antennegruppe med fire dipoler monteret under flyets vinge, der samtidig virker som reflektor. Derved fås god opløsning på tværs af, men desværre ikke i flyveretningen. Der registreres derfor signaler fra emner foran og bagved flyet, hvorved toppene af fjelde under isen fremstår som hyperbler, som det fremgår af billedet. Det er således kun toppene, som kan bestemmes nøjagtigt (usikkerhed ca. 6 meter). Over en strækning cirka 15 km midt i billedet er isens underside ganske flad. Det er Vostok-søens overflade.

Billedet viser en lagdeling i isen, som skyldes meget små ændringer af permittiviteten, eller mere korrekt ændringer af tabskonstanten (den imaginære del af permittiviteten). I virkeligheden er refleksionskoefficienten af disse lag af størrelsesordenen $1 : 10^7$. Lagene, der kan følges over mange hundrede kilometre, skyldes vulkansk aktivitet, der resulterer i sur nedbør, således som det bestemmes rutinemæssigt fra iskerner ved en simpel måling af ændringer i isens ledningsevne.

Da udstyret blev udviklet, var den digitale teknik i sin vorden, hvorfor registreringen af radarrefleksionerne blev foretaget ved affotografering på film af de modtagne reflekterede impulser på en oscilloskopskærm. Det viste billede er en senere kompression af den originale 35 mm film, hvor tidsmarkeringer er givet med 15 sekunders mellemrum svarende til cirka 2.5 km's interval. Mærkerne er en simpel digital kode for dato og tidspunkt. Bemærk, at billedet repræsenterer måling set fra flyet. Det flyver cirka 300 meter over isens overflade, der ligger i 3420 meters højde. Over søen er isen 3740 meter tyk.

Det bemærkes, at data fra de mange tusinde kilometer profiler, der er opmålt af Grønlands indlandsis, er til rådighed fra biblioteket i Dansk Polarcenter som mikrofilm af de komprimerede billeder, der opbevares på Ørsted-DTU, hvor også originalfilmene opbevares. Ingen af disse billeder viser under-glaciale søer, som dem i Antarktis.



Figur 1. Vostok-søen, under Antarktis, registreret med radarmålinger fra overflyvninger.

Cirklens fuldkommenhed – Renæssancens arkitekturideal

Af Ivan Tafteberg Jakobsen, Århus Statsgymnasium

Bygningsstatik som videnskabelig disciplin tager først sin begyndelse i midten af 1700-tallet, dvs længe efter renæssancen. Men hvad kendte renæssancen til bygningsstatik? Af forskellige grunde mente fremtrædende arkitekter, at rundbuen havde større styrke end spidsbuen, hvilket er forkert. I artiklen studeres bl.a. statikken i Firenzes domkirke.

To berømtheder udtaler sig

Renæssancen i Italien frembragte det første arkitektur-teoretiske skrift siden antikken, *De ti bøger om bygningskunsten* skrevet af Leon Battista Alberti i midten af 1400-tallet. Her kommer Alberti ind på forskellige slags buer og deres anvendelse og omtaler bl.a. halv-cirkelbuen, som han kalder den regulære bue, således:

“Det er selvindlysende at den regulære bue er den stærkeste; dette kan yderligere bevises ved ræsonnement og eksperiment. Faktisk kan jeg ikke se, hvordan buen skulle kunne falde sammen af sig selv, med mindre en af dens kiler skulle skubbe en anden ud af position; dette ville være højst usandsynligt, eftersom kilerne faktisk støtter og forstærker hinanden, og selv hvis det skulle begynde at ske, ville det naturlige pres fra enten deres støtte eller deres egen vægt forhindre kilerne i at give efter.” ([1], s.82).

Den berømte italienske renæssancekunstner Rafael (Raffaello Sanzio) omtalte i 1519 i et brev til pave Leo X “den tyske arkitekturs måde, langt fra romernes skønne måde”, hvormed han hentydede til den nordeuropæiske gotiske arkitektur og sammenlignede den med den antikke romerske, som man i bogstaveligste forstand havde for øje i Italien. Han fortsatte med at nævne den spidse bue (*terzo acuto*) og kaldte den svag (*debole*), hvorpå han skrev:

“...ifølge den matematiske fornuft kan en halv-cirkelbue holde endnu mere oppe, alle dens linjer stræber mod et eneste centrum; og udover svagheden har terzo-acuto buen ikke den yndefuldhed i vore øjne, som cirklens fuldkommenhed glæder sig ved. Og det ses at naturen knap søger nogen anden form.” ([6], s.215).

Hvad kendte renæssancen til bygningsstatik?

Det korte svar er: intet. Men det er både rigtigt og forkert. Ovenstående to citater, der stammer fra to af den italienske renæssances mest betydende mænd, viser, at man gjorde sig overvejelser over ligevægtsbetingelser. De mener begge, at rundbuen har større styrke end spidsbuen, Alberti giver fornuftsgrunde for det og Rafael kæder dette argument sammen med det æstetiske (yndefuldhed) og det filosofiske (cirklens fuldkommenhed) som en underbygning af hans negative holdning over for gotikkens arkitektur og hans beundring for den antikke romerske.

Og så tager de begge fejl, det forholder sig lige omvendt. Det de troede de vidste, var forkert.

Statik som videnskabelig eller måske snarere som matematisk disciplin blev opdyrket allerede hos grækerne, hvor Arkimedes ligefrem benyttede sig af vægtstangsreglen som genvej til de matematiske sætninger han senere lavede stringente beviser for. Men på det praktisk brugbare plan nåede man ikke meget videre end vægtstangsreglen. I middelalderens Europa tog Jordanus de Nemore emnet op igen, men det ser ikke ud som om disse lærde overvejelser har fundet vej til bygmestrene.

Så der har været nogle meget spæde ansatser til en videnskabelig statik, men slet ikke på et niveau så man kunne bruge det til at foretage beregninger med. Og selv om man havde haft en lidt mere avanceret teori ville man ikke have kunnet bruge den til noget, fordi man manglede kvantitativ viden om materialernes egenskaber.

Alligevel blev der jo bygget både i antikken, middelalderen og renæssancen. Antikken kunne opvise den imponerende kuppelbygning *Pantheon* i Rom, i middelalderen byggede man store, dristigt udformede katedraler i Nordeuropa og i renæssancen søgte man at overgå antikkens kupler i et storslået byggeprojekt i først Firenze og dernæst Rom. Hvordan kunne det lade sig gøre uden beregninger af styrke og belastninger og påvirkninger fra vind og jordskælv?

Faktum er, at man gjorde det uden sådanne beregninger. Og man kan kun forklare det med århundreders overleveret praktisk kunnen og viden om materialerne og deres egenskaber, den øvede håndværkers fornemmelse for hvad der kan lade sig gøre og hvad der ikke kan lade sig gøre, intuition og for nogle bygmestres vedkommende slet og ret genialitet.

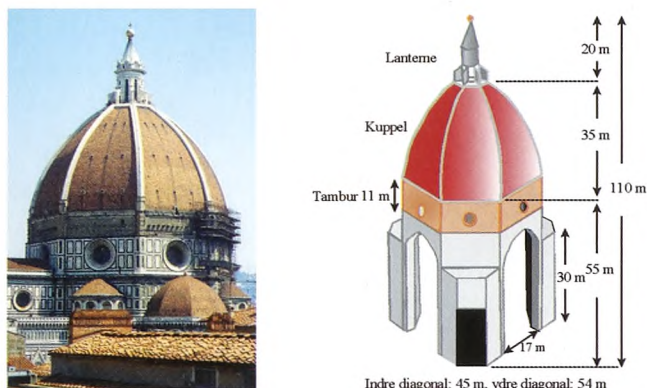
Hvilke forestillinger man gjorde sig kan man på århundreders afstand kun få indblik i ved at studere bygningerne selv og så de skriftlige kilder. Den mundtlige overlevering, som måske er den vigtigste, er vi afskåret fra at kende.

Bygningsstatik som videnskabelig disciplin tager først sin begyndelse i midten af 1700-tallet, dvs længe efter renæssancen.

Domkirken i Firenze

Lad os gå direkte til sagen ved at se på den store kuppel, der blev bygget på *Santa Maria del Fiore*, domkirken i Firenze, i perioden 1420 til 1436. Bygmesteren var Filippo Brunelleschi (1377-1446). Man havde bygget på domkirkens treskibede hovedbygning op igennem

1300-tallet og man havde planlagt en kuppel over kors-skæringen, man byggede sidekapellerne og tamburen som kuplen skulle hvile på, men ingen turde give sig i kast med selve kuplen på grund af dens enorme dimensioner. Der var bygget kupler på kirker tidligere i middelalderen, også i Italien (f.eks. på domkirken i Pisa), men ingen tilnærmelsesvis så store, 45 m i indre diameter - dvs samme størrelse som den berømte antikke kuppel på Pantheon, men anbragt med kuppel-basis i en højde af 55 m, hvor Pantheons kuppel hviler på en basis i en højde af blot 22 m. Vægtstangsreglen alene er nok til at forstå, at kuplens enorme vægt (den færdige kuppel kom til at veje ca 24.000 ton) i 55 meters højde er langt farligere for ligevægten – kraftens arm for en udskridning er jo mere end dobbelt så lang som for Pantheonkuppen. Og så kunne man slet ikke forestille sig hvordan man skulle kunne konstruere et understøttende stillads til et så kæmpemæssigt rum, dels skulle man 90 m i vejret og dels skulle stilladset bære en uhørt vægt.

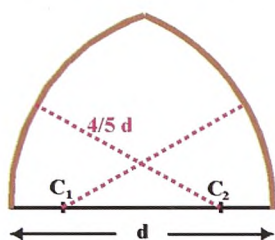


Figur 1. Til venstre: Kuplen på *Santa Maria del Fiore*, domkirken i Firenze. Billedet stammer fra 1998, hvor der foregik restaureringsarbejder, som der næsten altid gør. Til højre: Dimensionerne (cirkatal) i kuplen og dens underbygning.

Der blev udskrevet en konkurrence om bygningen af kuplen i 1418, som Brunelleschi vandt. Hans metoder til at overvinde problemerne er den dag i dag genstand for diskussion, men en række ting har efterhånden udkrystalliseret sig.

Kuplens profil og geometriske struktur

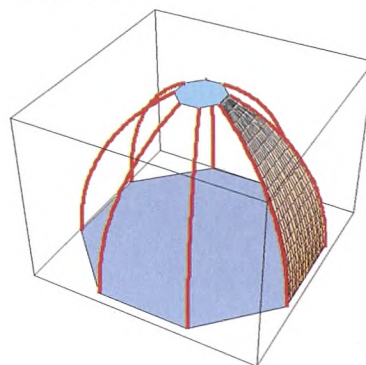
Den profil som kuplen skulle have, var planlagt allerede en gang i 1300-tallet, og det var en spidsbue af en bestemt type, en såkaldt femtedels-bue (se fig. 2).



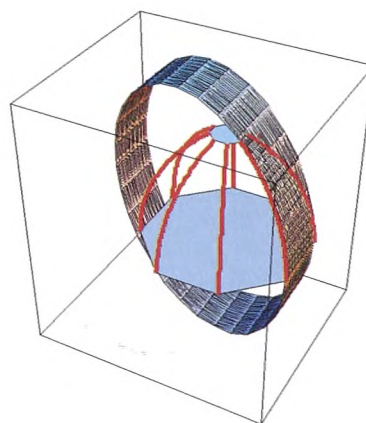
Figur 2. Spidsbuen dannes af to ens cirkelbuer, hvis radius er $\frac{4}{5}$ af spidsbuens diameter.

Inden byggeriet gik i gang havde Brunelleschi i 1420 ladet udfærdige et kortfattet byggeprogram, som faktisk stadig findes i et arkiv i Firenze. Vi har derfor et vist kendskab til de tanker Brunelleschi gjorde sig på forhånd, men desværre omfatter programmet kun den overordnede geometri og ikke detaljer i konstruktionsmåden eller ligevægtsovervejelser. Det fremgår dog, at han forestiller sig byggeriet foretaget uden stilladsunderstøtning fra gulvet.

Brunelleschis kuppel blev bygget som to kuppelskaller, en tyk indre skal og en noget tyndere yderskal. Når man i dag stiger op i kuplen op til udsigtsplatformen ved lanternens fod sker det på trapper, der går mellem de to kuppelskaller. Denne udformning er med til at øge kuplens stabilitet, hvad Brunelleschi ikke har kunnet regne på, men givetvis har haft en intuitiv fornemmelse af. Kuplen er bygget af mursten og man kan den dag i dag iagttage murskifternes ejendommelige position, idet murværket imellem de to skaller aldrig er blevet pudset.

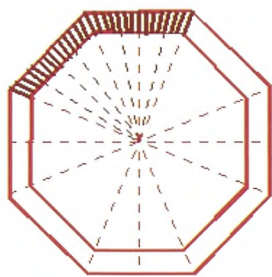


Figur 3. Kuplens opbygning af ribber og kapper. De røde cirkelbuer angiver ribberne og det skraverede område til højre angiver én af de otte kapper.

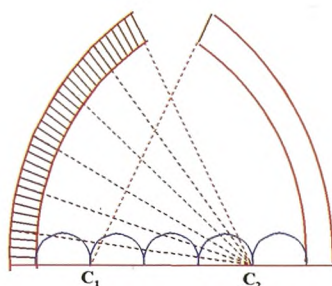


Figur 4. Her ses den skæve cylinder, som kappen på fig. 3 er en del af. Da ribberne begge er cirkelbuer, vil et snit vinkelret på cylinderaksen give en ellipse som snitkurve.

Kuplen er en såkaldt ribbekuppel, hvis kapper er dele af en skæv cylinderoverflade. Et af de spørgsmål man har drøftet meget er hvordan det har været muligt at opmure sådan en flade med tilstrækkelig præcision. Netop de ejendommelige murskifter rummer formentlig nøglen til en forståelse heraf.



Figur 5.

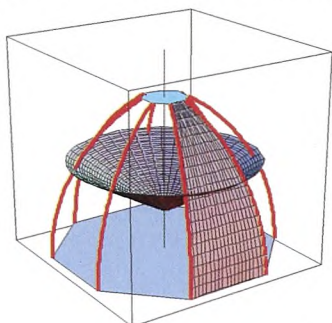


Figur 6.

Murskifterne har tre interessante egenskaber:

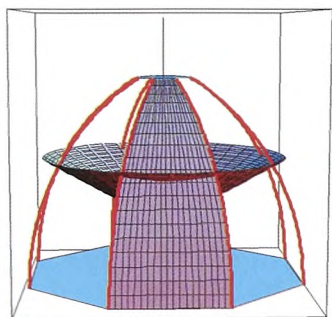
1. De lodrette fuger mellem murstenene er rettet ind mod kuplens centralakse (se fig. 5)
2. De "horisontale" murstenslag hælder ind mod kuplens centralakse, og hældningen bliver større, jo højere oppe i kuplen de befinder sig – derfor anførselstegn om horisontale (se fig. 6).
3. De "horisontale" fuger ligger ikke vandret gennem en kappe, som man ville have forventet, men danner en kædelinjeagtig kurve fra ribbe til ribbe.

Alle tre ejendommeligheder kan forklares, hvis man forestiller sig at opmuringen er sket på overfladen af en såkaldt "byggekegle" som illustreret på fig. 7.

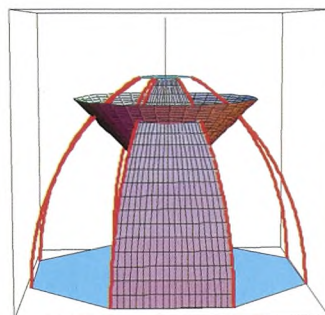


Figur 7. Kuplen med en "byggekegle". Hvis man murede hele vejen rundt på overfladen af denne kegle, ville murværket netop komme til at få alle de tre ejendommelige egenskaber som er nævnt i teksten.

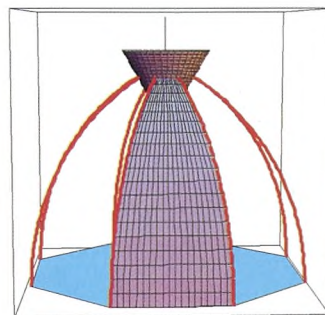
Hvordan man i en højde mellem 55 og 100 m har kunnet afmærke på en sådan måde at denne enorme kegle har kunnet følges, er i høj grad et åbent spørgsmål som har været diskuteret livligt. Og så er det jo ikke bare én kegle, keglen har skullet ændres med regelmæssige mellemrum jo højere man kom op – se fig. 8, 9 og 10.



Figur 8.



Figur 9.



Figur 10.

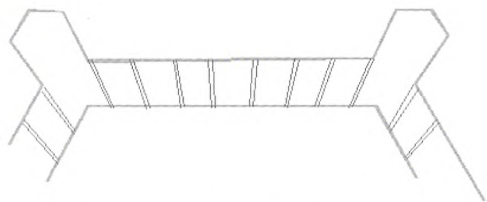
Endnu en ejendommelighed skal nævnes: fiskebensmønstret i murværket.



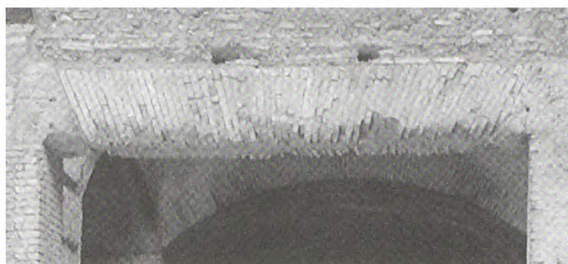
Figur 11. Fiskebensmønstret i kuplens murværk som det ses i opstigningspassagen mellem de to kuppelskaller.

Dette kan også iagttages i mellemrummet mellem de to kuppelskaller, og en efter min mening meget troværdig teori siger, at dette mønster har tjent i hvert fald to formål: For det første har de lodret stillede mursten kunnet holde de vandrette mursten på plads ligesom i en kile – de "vandrette" mursten kom jo til at hælde mere og mere jo højere man kom op, og de skulle forhindres i at rutsje ned, så længe mørtlen var blød. For det andet har de vandrette og de lodrette mursten i et murstenslag gennem en kappe kunnet fungere netop som et system af kiler, der holder hinanden på plads. Klemte inde mellem de tunge ribber kommer sådan et

murstenslag til at spille samme rolle som et såkaldt *ligestik*, der har været brugt allerede i oldtiden (se fig. 12 og 13).

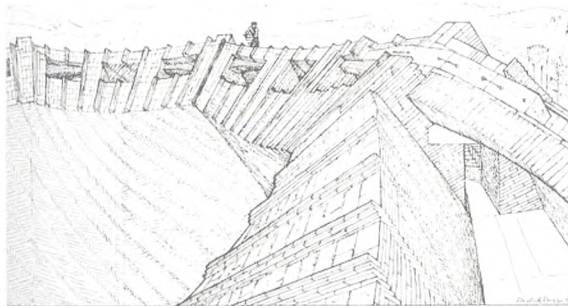


Figur 12. Snit gennem kappe, der viser de lodret stillede mursten. Ligheden med et almindeligt ligestik er umiskendelig.



Figur 13. Ligestik over åbning i kejser Neros palads *Domus Aurea* i Rom.

En af dem der har deltaget i nutidens debat (som i Italien undertiden nærmer sig skænderi) om hvorledes byggeriet er foregået, er arkitekten Paolo Alberto Rossi. Fig. 14 viser en meget anskuelig tegning han har lavet som viser hvorledes samspillet mellem byggekegle og fiskebensmønster kunne tage sig ud under bygningen.



Figur 14. hentet fra Paolo Alberto Rossi: *Le Cupole del Brunelleschi*, Bologna 1982 p. 25.

Brunelleschi har skullet beherske en betragtelig del rumgeometri for at kunne overskue dette projekt, som kun er skildret i meget grove træk ovenfor. Den klassiske, antikke geometri var netop i disse år ved at blive genoptaget og videreudviklet i Europa, læren om kegler og deres snitkurver var en del af denne geometri, og der er gode grunde til at tro at Brunelleschi havde adgang til de bedste kilder; han omgikkes i Firenze astronomen Paolo Toscanelli, der havde europæisk ry. Men han var en hemmelighedsfuld mand, der holdt kortene tæt til kroppen, så tæt at hans fremgangsmåde har været til diskussion lige til i dag.

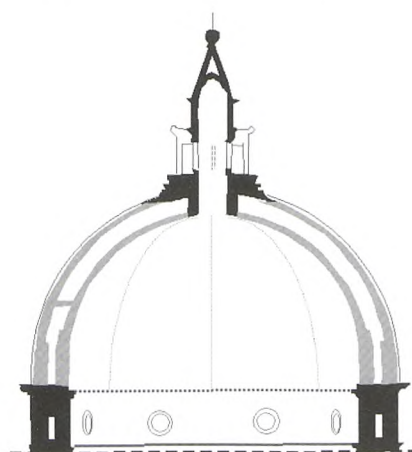
En uheldig efteraber

Et virkelig pædagogisk eksempel på at hverken samtid eller eftertid rigtig har forstået Brunelleschis idéer er en

kirke, der stadig står i Pistoia, en naboby til Firenze. Her fik *Giorgio Vasari* (1511-1574) til opgave at være arkitekt på fuldførelsen af kirken *La Madonna dell'Umiltà*, hvilket først og fremmest betød opførelsen af en kuppel. Vasari var ingen hvem som helst, han var både maler og arkitekt og den mest lærde kunstner ved storhertughoffet i Firenze. I dag er han mest kendt for at have skrevet en samling biografier af de mest betydningsfulde malere, billedhuggere og arkitekter i den italienske renaissance, hvori han også har givet en fyldig og lovprisende omtale af Brunelleschi. Vasari fik ført kuplen til ende i perioden 1563-1574, hvilket netop var i den periode, hvor man i Rom var optaget af hvordan Michelangelos projekt for kuplen på Peterskirken skulle føres ud i livet – Michelangelo selv døde i 1564. Denne diskussion har givetvis også påvirket Vasari, og i hvert fald i valget af profil for kuplen kan vi se genklang af renessancens filosofiske optagethed af cirklen og i rummet kuglen som den fuldkomne figur.



Figur 15. Kuplen på *La Madonna dell'Umiltà*.

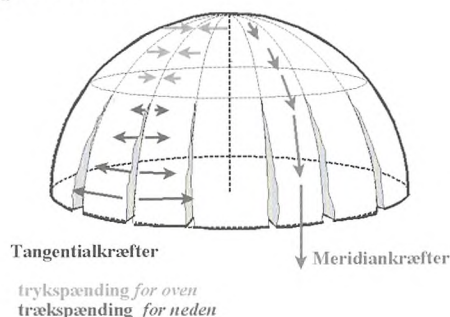


Figur 16. Diagonalprofil for kuplen på *La Madonna dell'Umiltà*. Efter [2], p. 107.

Kuplen skulle bygges med en ottekantet basis, og den blev bygget som en ribbekuppel, der meget minder om Brunelleschis domkirkekuppel. Vasari efterlignede også hans dobbeltkuppelskal, og kapper og ribber blev

muret op i mursten præcis som i Firenze. Men profilen var ikke længere en femtedelsprofil, men derimod en profil der næsten er en halvcirkel. Og de tre ovenfor omtalte egenskaber, som Brunelleschis murskifter har, er ikke til stede. De lodrette fuger hælder ganske vist noget, men de er ikke rettet mod et bestemt punkt på centralaksen, og murstenene synes at være lagt i plane lag fra ribbe til ribbe med det resultat at der bliver en gennemgående svaghed i ribbehjørnerne fordi der ikke er en kontinuitet i murværket gennem ribben som der er i Brunelleschis. Vasari har med andre ord ikke forstået Brunelleschis metode, men efterligner ham blot i det ydre.

Kupler af sten



I dag ved vi at en halvkuglekuppel af sten vil være påvirket af kræfter som vist på figuren. Da såvel natursten som mursten kan tåle temmelig stort tryk, men kun lidt træk, opstår der problemer fra ca 40 grader over basis og nedefter – kuplen vil revne og skride ud som vist. Det havde man ingen mulighed for at beregne sig frem til i hverken middelalder eller renæssance, men personer med tilstrækkelig tæt tilknytning til bygningshåndværket kunne vide det af erfaring. I antikkens Rom murede man op omkring den nederste del, så kuplen udvendig kom til at se ud som en fladkuppel (således *Pantheon* i Rom). Hvorfor man gjorde det, ved man ikke, men det virkede. Man kan vise, at en spidsbuekuppel har svagere tangentialkræfter, og den er derfor et bedre valg. Statikken for ribbekupler er mere kompliceret, men som en første kvalitativ tilnærmelse er ovenstående billede tilstrækkeligt til at illustrere det byggetekniske problem. Mange kupler bygget både før og efter de store renæssancekupler har et bærende træskelet. Træ kan tage træk, men er brændbart.

Resultatet udeblev heller ikke. Allerede året efter Vasaris død blev man bekymret for Kuplens stabilitet og få år efter installerede man de første jernringe til at sikre at den ikke faldt fra hinanden. Der viste sig store revner i murværket, og ribberne løsrev sig fra kapperne. Jernringene blev i tidens løb fulgt op af flere, og adskillige undersøgelser er blevet foretaget med bekymrede miner, den seneste i 1980'erne. Når man ser op på kuplen i dag (se fig. 15) ser man nogle sorte linjer forneden der kunne ligne et restaureringsstillads, men der er tale om en serie udvendige stålringer uden hvilke kuplen formentlig ville briste forneden (se boksen om kupler af sten).

Fra Firenze til Rom

Kuplen på Peterskirken er utænkelig uden inspirationen fra Brunelleschis kuppel i Firenze, men renæssancens idealer var nu for alvor slået igennem. Den første arkitekt på den nye Peterskirke i Rom, der blev påbegyndt omkring år 1500, var Donato Bramante. Hans idé var at sætte Pantheons kuppel – altså en halvkuglekuppel – oven på et klassisk tempel. Også Michelangelos første udkast havde en profil som var tæt på en halvcirkel. Der er ingen tvivl om, at argumenter af den type der er citeret i begyndelsen af artiklen, gjorde indtryk og spillede en stor rolle. Brunelleschi havde i sin tid benyttet en "middelalderlig" gotisk profil og havde løst sit problem, men denne løsning var man ikke til sinds at benytte.

Det endte dog med at de arkitekter der overtog byggeriet efter Michelangelos død, ændrede profilen til en spidsbueprofil – en såkaldt tredjedelsbue, der ikke er helt så spids som Brunelleschis. Desuden fordoblede man antallet af ribber til 16, så kuplen kom tættere på en omdrejningskuppel. Mange af erfaringerne fra Firenze blev udnyttet her, og pladsen tillader ikke yderligere detaljer. Resultatet blev endnu en triumf for den håndværksmæssige kunnen og arkitekternes fornemmelse for det mulige og umulige – men stadig uden noget ingeniørvidenskabeligt fundament.

Peterskirken blev allerede fra begyndelsen forsynet med indmurede jernringe til at imødegå det fundamentale statikproblem, der er omtalt i boksen. Der er siden kommet flere jernringe til – dog ingen synlige på samme måde som i Pistoia – og bygningen er ligesom Firenzekuplen under konstant overvågning. Men Brunelleschis kuppel er aldrig blevet forsynet med jernringe og må i hvert fald i den forstand siges at være en bedre løsning på problemet.

Peterskirken og den videnskabelige bygningsstatiks fødsel

Halvandet århundrede efter Peterskirkens fuldførelse kom den til at spille en central rolle for oplysningstidens gryende ingeniørvidenskab. I midten af 1700-tallet blev der nemlig foranstaltet en større undersøgelse af kuplens statik på grund af bekymringer over revner i kuplen. Der blev skrevet flere afhandlinger om emnet og Giovanni Poleni er forfatter til en af de mest grundige og velargumenterede. Disse undersøgelser er gået over i historien som de første i vores forstand videnskabeligt funderede teorier om en kompliceret bygnings statik.

Det er i den forbindelse værd at nævne, at det er en anderledes vanskelig sag også i dag at undersøge statikken for en historisk bygning end at redegøre for statikken i en bygning man er i færd med at rejse. Et detaljeret kendskab til bygningens hele struktur og de anvendte materialer er en nødvendig forudsætning, som man sjældent har, og som i sin yderste konsekvens kun kan opnås ved at rive bygningen ned. Derfor er drøftelsen af historiske bygninger på et ingeniørmæssigt plan også særdeles levende i dag, og det sidste ord er bestemt ikke sagt om hverken domkirken i Firenze eller Peterskirken i Rom.

Litteratur

- [1] Leon Battista Alberti (1486): *De re aedificatoria*. Engelsk overs. (1988): *On the Art of Building in Ten Books*. Translated by Joseph Rykwert, Neil Leach, and Robert Tavernor. M.I.T. Press.
- [2] Forskellige forfattere (1992): *Centenario del Miracolo della Madonna dell'Umiltà a Pistoia*, Pistoia.
- [3] Ivan Tafteberg Jakobsen (1996): Geometrien bag domkirkekuplen i Firenze. *Normat*, årgang 44, s. 102-120. Her er det historiske og geometriske behandlet i større detalje. Her findes også en mere vidtgående litteraturliste.
- [4] Ross King (2000): *Brunelleschis Dome. The Story of the Great Cathedral in Florence*. London. Dette er en populær, journalistisk beskrivelse, der imidlertid giver mange interessante detaljer.
- [5] Howard Saalman (1980): *Filippo Brunelleschi. The Cupola of Santa Maria del Fiore*. London. Grundigt, arkitekturhistorisk værk.

- [6] Renato Sparacio (1999): *La Scienza e i tempi del costruire*. Torino. Italiensk bog om materialer og teknisk baggrund for arkitektur på universitetsniveau, men ikke for ingeniører.



Ivan Tafteberg Jakobsen er lektor i matematik ved Århus Statsgymnasium og har gennem en årrække arbejdet med inddragelse og formidling af stof af historisk karakter i matematikundervisningen fra matematikkens grænseområder som arkitektur, landmåling og navigation.

Aktuelle bøger

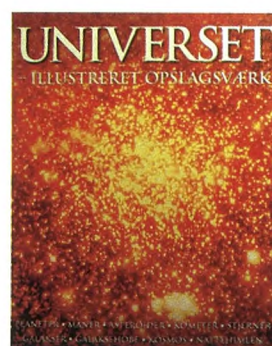
Af Michael Cramer Andersen, KVANT

Universet – illustreret opslagsværk

Forfattere: *Martin Rees, Peter Frances, Georgina Garner, Rob Houston m.fl.*, Forlaget Aktium 2006, 512 sider, ill. i farver indb., 349 kr. inkl. moms. Se www.aktium.dk

Denne bog er et meget omfangsrigt og flot billedværk om Universet fra A til Z. Bogen er delt op i tre hovedafsnit. De første knap 100 siders "Introduktion" giver overblik over astronomiens grundbegreber og besvarer spørgsmål som: Hvor stort er Universet og hvad indeholder det? Hvem har bidraget til udviklingen af verdensbilledet og hvilke metoder og arbejdsredskaber anvender astronomerne? Over de følgende godt 200 sider, "Guide til Universet", kommer læseren på en rejse gennem først Solsystemet, så vores galakse Mælkevejen og til sidst Universet udenfor Mælkevejen. Bogens tredje del, "Nattehimmelen", er en guide for amatørastronomen, med stjerne kort over alle stjernebillederne og en serie kort med stjernehimlen måned for måned, alt sammen suppleret med billeder af interessante objekter og forklarende tekst, bl.a. nogle af myterne, der knytter sig til stjernebillederne.

Bogen er æstetisk set meget flot og svær at lægge fra sig. Men det er samtidig svært, at læse den fra start til slut pga. den leksikalske opbygning. Men det er både en styrke og en svaghed ved værker af denne type (forlaget har tidligere udsendt en lignende bog om Jorden), at alle emner er brudt ned i opslag på 2 sider, hvilket hæmmer det samlede overblik. Det kan desuden være svært at vurdere, hvad der er vigtigt og hvad der blot er medtaget for fuldstændighedens skyld eller fordi der fandtes et flot billede. Til den nysgerrige læser, der har masser af tid – og plads i bogreolen – er der til gengæld rig mulighed for at gå på opdagelse i Universet.



Himmelkalenderen 2007

Forfattere: *Jan Teuber og Jan-Erik Ovaldsen*, Nyt Teknisk Forlag 2006, 192 sider, ill. i farver, 149 kr. inkl. moms. Se www.nyttf.dk

Himmelkalenderen 2007 indeholder de traditionelle kalenderoplysninger samt information om astronomiske begivenheder og de enkelte planeters stilling på himmelen. Himmelkalenderen, der udkommer for anden gang, rummer desuden en astronomisk håndbog hvor man f.eks. kan få svar på hvornår Jorden er længst væk fra Solen, eller hvornår der er formørkelser i Danmark. Efter kalenderdelen og en evigheds kalender, er der kort over stjernehimlen og en række korte informative artikler om bl.a. solsystemets planeter, exoplaneter, meteorsværme og meteoritter, kometer og deres kredsløb, kollisioner med jordkloden, teleskoper samt en række faktuelle tabeller. Der er gjort meget ud af at bruge nye billeder, hvoraf en del fylder hele siden, så de rigtig kommer til deres ret. Man får meget for pengene i denne lille bog, der vil være nyttig for enhver med interesse for astronomi.

Lærebøger om renæssancen

Renæssancen – da mennesket kom i centrum

Forfattere: *Kim Beck Danielsen* og *Sanne Stemmann Knudsen*, Systime 2005, 208 sider, ill., 180 kr. excl. moms. Se www.systime.dk.

Denne bog beskriver perioden fra 1300-tallet til 1500-tallet, bl.a. gennem centrale kildetekster, med fokus i Norditalien. Bogen er beregnet for tværfagligt samarbejde på ungdomsuddannelserne i historie, dansk, billedkunst, fysik og andre fag – især i Almen Studieforberejdelse eller til studierejser til Firenze. Bogen fortæller historien om, hvordan Renæssancen startede i midten af 1300-tallet i litteraturen og siden bredte sig til malerkunst, arkitektur og til sidst naturvidenskab.

Digteren Dante Alighieri (1265-1321), fik stor betydning med "Den guddommelige komedie", skrevet på italiensk folkesprog, hvor Dante selv er hovedpersonen, der føres gennem skærsilden, Helvede og planeternes sfærer til Himlen. Dante udtrykker sin vrede over de rige, der kun tænker på at tjene penge, og de får alle deres straf i Helvede. Dette samfundskritiske værk peger fremad mod en ny personlig tankegang.

Perioden var præget af en genoplivning af antikkens højkulurer i Grækenland og Rom. Hvor det tidligere var herremændene og de gejstlige, der satte dagsordenen, blev det nu selvbevidste, rige købmænd, bankfolk og håndværkere med skaberkraft, der ønskede at forandre verden. Et af de kulturelle centre var byen Firenze, der får et helt kapitel. Ikke alle var rige, der var store klasseforskelle, og mens en stor del af befolkningen levede i fattigdom, eller døde af pest, krige og oversvømmelser, diskuterede de rige arkitektur, billedkunst, filosofi og politik og støttede kunstudsmykningen i kirkerne for at retfærdiggøre deres materielle liv. Men de rige handelslav finansierede desuden klostre og hospitaler, så der bl.a. blev sørget for forældreløse børn.

Kapitlet om renæssancen indenfor naturvidenskaben er nok mest interessant her. Vi hører bl.a. om købmandssønnen Leonardo da Pisa (1180-1250), eller *Fibonacci*, der på sine dannelsesrejser bl.a. fik indblik i arabisk matematik. Han skrev et indflydelsesrigt værk der konsekvent anvendte arabertallene, der gør beregninger betydeligt enklere end med romertal. Fibonacci præsenterede løsninger på mange handelsproblemer med brug af bl.a. brøker og kvadratrødder. Som løsning på problemet med *hvordan antallet af kaninpar vokser med tiden*, fremsættes Fibonacci-talrækken. Forholdet mellem to Fibonacci-tal går mod det gyldne snit, der allerede blev brugt i kunstværker i antikken og som blev genoptaget i renæssancen – bl.a. af Leonardo da Vinci i hans tegning af menneskets proportioner (se forsiden). Leonardo da Vinci er et af de bedste eksempler på et *renæssancemenneske*, der spændte over mange fagområder. Bogen omtaler desuden Cardano, der skrev bøger indenfor medicin, matematik og fysik; Cusanus og Kopernikus, der tog vigtige skridt til at forlade det middelalderlige verdensbillede; dominikanermunken Bruno der blev brændt som kætter for sine radikale teologiske idéer, inspireret af Kopernikus, og stjernekyggeren Galilei, der underbyggede det kopernikanske verdensbillede med sine

astronomiske observationer. Teksten underbygges med originale tekstuddrag.

Bogen afsluttes med eksempler på forskellige syn på renæssancen, fra Oplysningstidens positive til moderne historikeres mere kritiske syn. Det er en inspirerende bog og teksterne om videnskab kan f.eks. fint inddrage det historiske perspektiv i fysik- eller matematikundervisningen, evt. sammen med andre fag. Men man savner nogle regneopgaver.



Skabt til at skabe – Renæssancens kultur i Europa

Forfattere: *Flemming Clausen* m.fl., Forlaget Alinea 2006, 123 sider, ill., 198 kr. excl. moms. Se www.alinea.dk og www.skabttill.dk.

Denne bog er en genudgivelse af den snart klassiske lærebog fra 1990, der giver en bred kulturhistorisk indføring i renæssancens kultur i Europa med kilder. Bogen kan bl.a. bruges i historie, samfundsfag, billedkunst og fysik og har, som noget nyt et omfattende supplerende materiale på en hjemmeside. Her findes flere oversatte tekster samt forslag til ekskursioner, opgaver og projekter. I indledningen introduceres begrebet renæssance og de kulturstrømninger, der førte frem til perioden. I tre kapitler, diskuteres herefter temaerne Naturen, Mennesket og Samfundet via centrale tekster.

Kapitlet om Naturen beskriver Aristoteles' verdensbillede og hvordan det efterhånden krakelerede da Kopernikus flyttede verdens centrum væk fra Jorden og da Tycho Brahe opdagede en ny stjerne på himlen. To af de ingredienser, der i dag kendetegner naturvidenskab: *eksperimenter* og *matematik*, blev nyvurderet og fik en større betydning i vurderingen af argumenter. Aristoteles' teorier om naturen var baseret på *iagttagelser*, og han afviste eksperimenter, fordi de var 'kunstige indgreb i naturen'. Indenfor alkymien var eksperimenter til gengæld væsentlige. Herefter diskuteres forholdet mellem tro og viden med Galileis kamp for et nyt verdensbillede som det mest centrale eksempel. Efterhånden bryder Aristoteles' verdensbillede dog helt sammen, hjulpet på vej af Francis Bacon, der pegede på at eksperimenter fører til ny indsigt, og Rene Descartes, der tvivlede på erfaringen og opbyggede et logisk deduktivt system hvilende på aksiomer. Descartes udviklede desuden en mekanistisk fysik, der også havde tilhængere længe efter Newtons fysik var udviklet.

Bogen går på mange områder mere i dybden end den anden bog og kan stadig bruges til den historiske dimension i fysik. Men man savner også her egentlige regneopgaver.

Skabelse eller orden? – Perspektiver på renæssancens naturfilosofi og kosmologi

Af Aksel Haaning, Institut for Kultur & Identitet, Roskilde Universitetscenter

Her mod slutningen af 'renæssanceåret 2006' kan det nok være på sin plads at gøre opmærksom på, at de traditionelle periodeinddelinger stort set er opgivet af moderne forskning. Også i renæssancens kosmologi og naturfilosofi brydes forskellige grundsyn. I artiklen gives et overblik over den igangværende forskning.

Historiens transformationer

Selv om de traditionelle periodeinddelinger ('antikken,' 'middelalder,' 'renæssance,' 'oplysning' m.m.) består i almindelig talemåde og som praktisk tidsangivelse, har moderne forskning stort set opgivet det indhold og ikke mindst den betydning og virkningshistorie, man hidtil har tildelt dem. Tilskyndet af Jerntæppets fald i 1989, og måske et håb om en ny (og mere realistisk) europæisk selvforståelse, viste historikerne vej med nytolkning af en af de mest stålsatte periodemodstillinger, nemlig middelalder – renæssance, med *Handbook of European History 1400-1600. Late Middle Ages, Renaissance and Reformation*, to bind på hen ved 700 sider hver med bidrag fra 20 førende historikere¹. Et lignende projekt er søsat til fundamental nytolkning af overgangen mellem antikken og den tidligere middelalder med fællestitlen *The Transformation of The Roman World AD 400-900*, planlagt med foreløbig 18 bind. Kodeordet her er *transformation*, Romerrigets forvandling, overgang vel at mærke – ikke undergang.

Fordomsfri historieforskning

Videnskabshistorie er også med. Allerede i 1992 annonceredes en omfattende, fælleseuropæisk udgivelsesrække med titlen *Medieval and Early Modern Science*, der netop antyder, at de nyskabende forbindelseslinjer i naturvidenskabernes historie og naturinteresse i det hele taget går mellem højmiddelalderen (12. og 13. århundrede) og den tidligere nyere tid. En halv snes tekstudgaver og studier er allerede publiceret². Denne serie ledsages af endnu et omfattende forskningsprojekt under *European Science Foundation* med titlen *From Natural Philosophy to Science 1200-1700*, hvor perioderevisionen er helt og utvetydigt udtalt. Her studerer forskerne medicin, magi, alkymi og mineralogi og dertil hørende kosmologiske "verdensbilleder" uden fordomme for at undersøge deres mulige betydning for det, vi kalder det videnskabelige gennembrud i 1600-tallet. Dette bliver kort sagt placeret i historisk kontekst. Projektet blev indledt i 2003, forventes afsluttet i 2007,

og omfatter over 100 forskere³. Fælles for den her skitserede nytolkning inden for moderne videnskabs-historisk forskning er altså en revision af de traditionelle epokebetegnelser, idet man grundigere leder efter indholdet, hvad der faktisk er sket, hvilke metoder og resultater, der direkte og indirekte er udviklet, frem for at stole på velformulerede filosofers selvforståelse. Det er i øvrigt samme bestræbelse, og samme sammenhængsorienterede historieforståelse, jeg selv forsøgte at skrive mig ind i med *Naturens lys. Vestens naturfilosofi i højmiddelalder og renæssance ca. 1250-1650* (1998; 2001), hvor begge perioder demonstrativt behandles under fælles titel.

Middelalder og Renæssance

Når dette er sagt, er det alligevel de såkaldte underbelyste perioder, der forholdsvis let fanger interessen – også i bredere offentlighed. Med de senere års officielle fokusering på Middelalderår (1999) og nu Renæssanceåret (2006) in mente, er det, som om disse århundreder netop før den nyere og mere velkendte tid ikke rigtigt kan slippe os – heller ikke forskerne, som antydet indledningsvis. Antikken er ikke på mode; måske er billedet af den *for* afklaret, *for* gennemlyst så at sige, integreret i dannelsesbegrebet og i gymnasieundervisningen som det har været siden 1800-tallets midte.

Anderledes er det med middelalder og renæssance. Det er som om disse perioder gemmer noget – de indeholder eller rummer noget, vi har overset i den traditionelle historieskrivning. Det er som om, de fleste inderst inde aner, at fokus på konkrete opdagelser og opfindelser, der blot reproducerer oplysningstidens selvforståelse, overser de forhold, der lå til grund for dem – eller de tanker og tankeformer, der faktisk drev forskerne. Selv i dag bliver kravet om revision af grundfortællingen om videnskabernes historie mødt med modvilje fra forskere af den ældre skole, der stadig skriver traditionelle kronologiske oversigtsværker i den gamle stil.

¹Udgivet af Thomas A. Brady, Heiko A. Obermann, James D. Tracy, eds., Vol. 1-2, Brill, Leiden 1994. Jf. f.eks. indledningen med gode historiografiske betragtninger, "The 'Renaissance' and 'The Reformation': Two classical concepts," bd. 1., p. xiii-xxiv. Beslægtet i intension er *Jewish Studies in a New Europe*. Proceedings of the Fifth Congress of Jewish Studies in Copenhagen 1994 under the auspicious of The European Association for Jewish Studies, ed. by Ulf Haxen, Hanne Trautner-Kromann, Karen Lisa Goldschmidt Salamon, C. A. Reitzel 1998.

²Jf. Hjemmesiden med oversigt: <http://www.phil.kun.nl/center/mems.html>

³Under ledelse af Hans Thijssen. Jeg deltog i en workshop i Nijmegen 1.-3. september 2005 med den fælles arbejdstitel: 'Medicine, Alchemy, Magic and the Study of Living Being: 1200-1700.' Jf. hjemmesiden med opdaterede aktiviteter: <http://www.phil.kun.nl/center/esf/>

Naturens magi

Men middelalderens alkymi og renæssancens magiske naturfilosofi har spillet en betydelig rolle i den vestlige kulturs menneskeforståelse, i den religiøst farvede kosmologi og naturfilosofi – og i udvikling af videnskabelig intension og metode. Skønt vanskeligt tilgængelige er disse strømninger historisk interessante og naturligvis værdifulde i sig selv, men dertil kommer, at f.eks. den hermetiske tradition, herunder også alkymien og læren om *magia naturalis* (den naturlige magi), ikke kun er mere eller mindre eksotiske levn af gammel overtro, men at de har spillet en endnu delvis uudforsket rolle og bidraget til frembruddet af det, vi kalder den moderne videnskab, altså perioden mellem det 16. og 17. århundrede. Alkymi og hermetisk filosofi var stadigvæk på Tycho Brahes tid en integreret del af en omfattende europæiske naturforståelse, og således indvævet i et ønske om at udforske og forstå naturens verden; det gjaldt såvel i det nære som i det fjerne; såvel i sten og mineralers forunderlige verden, i jordens vækster og planternes liv, ligesom det gjaldt det skiftende lys i stjernehimlens fænomener og planeternes gådefulde baner.



Figur 1. Albertus Magnus (ca.1200–1280). Fresco fra domkirken på Murano. Foto: Sofie Reinbothe.

Kirken og naturforskningen

Forestillingen om, at middelalderens kristne teologer – at kirken som sådan bekæmpede forskning i natur og videnskab er sejlivet, og det er delvis et kunstigt modbillede, skabt af 1800-tallets positivistiske videnskabshistorikere, der ville lade en Bruno, en Galilei og en Newton triumfere over kirken som institution og teologien som en videnskab. Men den holder ikke i virkeligheden. Tværtimod: Interessen for at studere naturen – også på dens egne betingelser – var kolossal både i det 12. og det 13. århundrede.

Som eksempel kan vi tage dominikanerordenens leder, og en af 13. århundredes mest vidtfavnende personligheder, biskop, og kirkelærer bl.a. for den senere så berømte filosof Thomas Aquinas (1223–1274), nemlig Albertus Magnus (ca.1200–1280), *doctor universalis* som det officielle tilnavn blev. Albert stod i spidsen for og promoverede den grundtanke, at de kristne skulle studere alt, hvad de kunne af de gamle “hedenske” filosoffer – ikke mindst Aristoteles, der netop i det 13. århundrede for alvor blev oversat og tilgængelig på latin. Hvor foreneligt dette hverv var med det kristne image, kan vi se af et billede fra den tidligere domkirke

på Murano (nordøst for Venedig). Kirkens inventar har Napoleon og hans tropper transporteret til Frankrig – det kan formentlig beskues på Louvre, – men for at gøre besøget attraktivt i dag har de lokale arkæologer til gengæld restaureret loftet, så de middelalderlige kalkmalerier er tydelige igen. Portrættet viser Albert den Store med bispestaven i den ene hånd og en åben bibel i den anden, hvilket ikke er særlig usædvanligt for en betydelig kirkens mand; men bemærk titlen: “Naturalis scientie monarcha” – biskoppen, “guddommelig teolog” og “naturvidenskabens fyrste.”!

Scientia naturalis udvikledes som faglig betegnelse allerede tidligt i det 12. århundrede, hvis ikke før, og i 13. århundrede på Alberts tid, blev faget et selvstændigt område i forhold til øvrige fag, med en afgrænsning svarende til naturvidenskab den dag i dag. Der er en grundig analyse af denne udvikling i [3]. Det er præcis denne forbindelse mellem “Medieval and Early Modern Science” forskningsprogrammerne har sat sig for at undersøge og belyse nærmere. Og det er bestemt ikke tomme ord; Albert skrev, ved siden af sine bibelkommentarer, en systematisk bog om botanik, en mineralogi, om alkymi, geografi, vind og vejr, sjæl og legeme, ja hvad som helst blot det tilhørte naturens verden, ligesom de arabiske forfattere var i høj kurs både inden for filosofi og videnskab.

En kosmisk orden

Et spørgsmål, som netop optog både teologi og naturvidenskab, var tanken om kosmisk orden – og dens baggrund. En religiøs kosmologi, forstået på den måde, at verdensaltet udtrykker en gennemtænkt orden, eller at naturen som helhed udtrykker en guddom, og i den forstand er guddommelig, er bestemt ikke nogen kristen opfindelse. Den kendes fra Skabelsesberetningen i Det gamle Testamente, men heller ikke i den form er den speciel. Skabelsesberetninger i mere eller mindre mytisk eller mytologisk form kendes fra alle kulturer kloden rundt. Også i den græske filosofi kommer tanken om verdensordenens matematiske oprindelse og struktur til udtryk i Platons dialog *Timaios* (3. årh. f.v.t.) Dialogen er et kompliceret og imponerende værk – fortalt delvis i mytens form. Hvad Platon mener med myte i denne sammenhæng, er omstridt, men grundtanken er klar. Det er den såkaldte håndværkermodel eller *artifex*-modellen (*Timaios* 29d–30c), og som tankefigur går den formentlig tilbage til forhistorisk tid.

Håndværkermodellen for verdens skabelse

Det er forestillingen om, at verdens oprindelse og eksistens forklares ved en skaber – som kunstner, som håndværker, der former og modellerer i synligt, stofligt materiale det, han på forhånd har tænkt at gøre. Forenklet kan man sige: Krukken er modeleret, udsmykket, glaseret, brændt og klar til brug. Hvis vi betragter den færdige kunstgenstand isoleret, hvad kan den sige om sin skaber? Hvis vi forestiller os, at vi intet ved om skaberen, men kun har det færdige værk, hvordan kan vi så tænke os frem til skaberens natur, egenskaber, hensigt og forestillinger? Det er de fundamentale

spørgsmål, og de blev overført på verdensaltet – på kosmos: Guddommen er væk, tilbage er verden som ordnet helhed; hvad mere er der at sige? Dette er blandt de fundamentale spørgsmål de græske naturfilosoffer stillede sig, og Platons *Timaios* er det mest indflydelsesrige svar, der er givet.



Figur 2. Artifex-modellen. Gud som verdens arkitekt. Miniature ca. 1250.

Vi kan vide fire fundamentale ting. For det første, at skaberen måtte have udtænkt, hvad han ville skabe, før han udførte handlingen. Han prøvede sig ikke frem. Det vil også sige, at idéen, tanken, går forud for handlingen, og dermed har den ontologisk prioritet. Det er Platons velkendte idélære; idéerne som evige former, enkeltgenstande som materiel udformning af idéen. Heri ligger også, at skaberen besad (eller besidder) viden om, hvad han ville skabe; det eksisterer mentalt, noetisk for at bruge det græske ord, før udførelsen. Denne guddommens viden (eller guddommelige viden) er også tilgængelig for mennesket – under nærmere bestemte betingelser – og den kaldes ofte visdom – græsk: *sophia* – latin: *sapientia*. Tanken er, at Gud har skabt verden ud af eller i kraft af sin visdom, og omvendt afspejler eller afslører den skabte verden guddommens evne og egenart.

For det andet kan vi vide, at tanken, idéen, går forud i tid. Der er et forløb, en proces, hvori den allerede eksisterende tanke, går forud for den sanselige genstand eller afbildning.

For det tredje kan vi vide, at kunstneren – skaberen, besidder evnen, det græske *techné*, latin *ars*, kunsten, håndværkerkyndigheden, og dermed faktisk er i stand til at realisere tanken i stof. Denne forestilling om en 'guddommelig evne' skal ikke undervurderes – og spiller en indirekte rolle i europæisk kunstfilosofi og i romantikernes genibegreb.

Endelig kan vi som det fjerde vide, at kunstneren og værket er adskilt. Krukken eller statuen står alene,

eksisterer efter færdiggørelsen på afstand. Det betyder også, at skaberen kan eksistere på afstand; skaberen er ikke afhængig af sit værk; krukemageren kan være rejst til en anden by, hans produkter er lige gode og anvendelige af den grund; de kræver ikke hans nærvær; omvendt er han suveræn i forhold til dem og kan gentage kunststykket, hvor det skal være.

Skaber eller ordensprincip?

Disse forestillinger udgør en kosmologisk grundmodel – og et filosofisk udgangspunkt for forskning. Den kunne suppleres med Platons elev, Aristoteles' begreber om den første bevæger, der nok afviser Platons mytiske billedtale, men ikke, at naturens orden og hensigtsmæssige virke er fundamental. Det ligger også i denne, at det synlige, ordnede kosmos "beretter" om en usynlig skaber, der kommer til udtryk i det synlige, og hvis visdom eller evige, guddommelige love, er aftegnet i kosmos' i form af naturens orden og regelmæssighed. At studere naturen er derfor indirekte at studere naturens ophavsmand eller et mere upersonligt, eksisterende ordensprincip. Denne tanke gentages også hos moderne videnskabsmænd – hvor seriøst det er ment, ved jeg ikke, men f.eks. Stephen W. Hawking siger, at hans nyeste teorier om tiden og rummet også er en "bog om Gud," og at han med sin interesse for astrofysik i virkeligheden "ønsker at forstå Guds tanker." [11].

Metaforen er meget udbredt – og skal ikke drives for vidt, men den seriøse pointe er, at håndværkermodellen er fundamental i europæisk filosofi og videnskab, og både tilskyndelse til forskning og modstand mod forskning i naturens verden kan tilskrives en og samme model.

Bibelen vs. Naturens bog

Dette forhold er ikke uden videre kreationisme i moderne betydning. Men der er mange, der forveksler det. Denne forveksling skyldes også historiske forhold. For den græske *artifex*-model, håndværkermodellen, blev i hellenismen forholdsvis let identificeret med skabelsesberetningen i det Gamle Testamente, og fra ca. 300 e.K. bliver kristendommen dominerende. Hermed understreges og betones Gud som suveræn skaber – verden skabes af intet, som det dogmatisk udlægges, og dermed er Gud for alvor hævet over skabningen, som ånd er hævet over stof, evigt over tideligt, guddommeligt over menneskeligt – en fundamental ontologisk niveauforskel i en stor del af vestlig tænkning. I europæisk videnskabshistorie er det at studere naturen ensbetydende med at studere guddommens tanker og den guddommelige visdom; Bibelens ordlyd kan misforstås eller mistolkes – men ikke naturens bog; naturens bog, *liber naturae*, er den sande kilde til naturens skaber. Gud har i sin visdom skabt verden i mål, tal og vægt. At studere naturen er at studere guddommen – således forsvarer en naturfilosof sig i 1125 – det er synd for mine kritikere, at de må nøjes med Bibelen! – og den tanke gentages og ekspliciteres hos talrige naturfilosoffer mellem år 800 og 1700. Raimond Sabunde, en betydelig teolog og rektor for Universitetet i Paris,

skriver i midten af 1400-tallet, at kættere kan mistolke Bibelens bog, men ingen kan fordreje naturens bog. Paracelsus (1496-1541) fremhæver, at Gud siger, 'kom til mig' og for Paracelsus er der ikke nogen vej til Gud uden om naturen, derfor byder Gud os, at vi skal studere naturen, *das Wunderwerk Gottes*. Og den tanke præger hele Paracelsus' værk – og her går linjen direkte til nybrud i dansk videnskabshistorie hos Peder Sørensen og Tycho Brahe på tærsklen til det 17. århundrede. Også hos Kepler er forestillingerne om "verdens harmonier" vokset direkte ud af artifex-modellen, ligesom metaforen om naturens bog forekommer hos Galilei.

Skabelsestanken, dogmatisme og kreationisme

Men det er først i det øjeblik, at artifex-modellen identificeres med Bibelens ordlyd og dermed bliver en del af den kristne religion, og dermed en del af dogmatisk troslære, at vi kan tale om kreationisme – som det anvendes i dag. Denne konflikt modstilles af Bertolt Brechts skuespil om Galilei, hvor dogmatik hos kardinalerne demonstrativt stilles op over for Galilei og hans nye kikkert; religion over for videnskab, tro over for viden. Det er herfra, vi med videnskabelig selvforståelse lægger afstand til religion. Tanken om at verdens eksistens afspejler en guddom derimod, er fundamental i vestlig tænkning og videnskab fra begyndelsen så at sige og langt frem i 1800-tallet – hvis ikke længere. Som sådan har den virket inspirerende og igangsættende, og beviseligt været en drivkraft i ønsket om at undersøge og forstå naturens verden – også på dens egne betingelser. Det gælder for en Paracelsus, en Bruno, en Descartes, en Galilei, og en Newton! At afvise fundamentalistisk kreationisme i den specifikke betydning, at Bibelens ordlyd er bogstavelig eller indholdsmæssigt rigtig, er naturligvis uundgåeligt, men at afvise skabelsestanken som sådan er det samme som at afvise ni tiendedele af den europæiske filosofi og idéhistorie og dermed den historiske baggrund for videnskabelighed og videnskabelig tænkning.

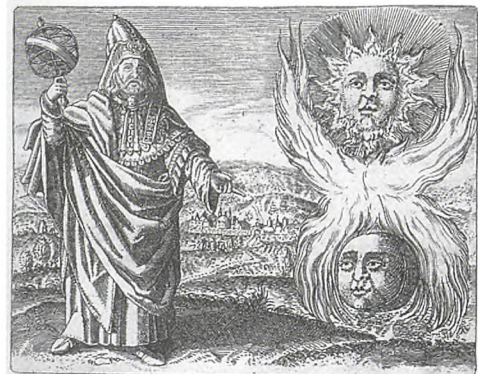
Ægyptiske visdomsord

Der var også andre kosmologiske tankeformer. Et vigtigt eksempel tilskrives Hermes Trismegistos. Hermes-skrifterne indeholder en religiøs kosmologi og en gnostisk frelselære. Skrifterne blev oversat i 1400-tallet, men også de foregående århundreder kendte til Hermes og der florerede mange tekster i Hermes' navn. En af de hermetiske tekster – som i øvrigt også Albertus Magnus skriver om – blev oversat omkring år 1200, og den skulle tryllebinde de lærde i vesten århundreder frem, ja den bevarede næsten bibelsk status selv længe efter Tycho Brahes tid. Det er et af omfang lille skrift med titlen *Tabula smaragdina* (den smaragdpyntede tavle). Den består af en række forholdsvis korte sætninger, der i magiske gådeord angiveligt skulle indeholde essensen af alkymiens og den hermetiske filosofis lære. Og ikke nok med det. Smaragdtavlen havde, ud over titlen, også en eventyrlig oprindelse: Den stammede fra Ægypten. På Hermes Trismegistos' grav, et hemmeligt sted ved Nilen, var den indmejslet i sten,

og derfra skrevet ned og oversat! Essensen af oldtidens visdom.



Figur 3. Tabula Smaragdina på latin, græsk og arabisk. Fra Khunrath, *Amphiteatrum sapientiae aeternae*, 1606.



Figur 4. Hermes Trismegisto som antik profet og alkymiens grundlægger: Øverst Sol og Luna som grundprincipper – adskilte og samtidig i forening. Nederste billede: Ånd og stof forbundet symbolsk med en lænke mellem hund og fugl. *Viridarium cymicum*, Frankfurt 1624.

Naturens enhed

I denne symbolske kosmologi er det himmelske og det jordiske ikke forskelligt; de er tværtimod gjort af samme stof; sammensat og styret af de samme drivkræfter og principper; det vil sige at himmel og jord udgør indvendigt og udvendigt en enhed, som det også fremgår af Smaragdtavlens andet gådeord: "Det øvre (nemlig den himmelske del af kosmos) er som det nedre (den jordiske del), og det nedre som det øvre, og alt kommer af det ene." Og videre om denne enhed: "Solen er dens fader, månen dens moder, vinden bærer den i sin bug og jorden er dens nærer." Videre hedder

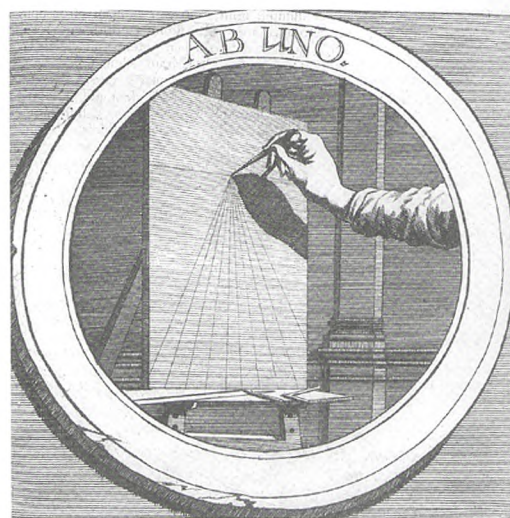
det, at “alle ting kommer af det ene,” og denne enhed “gennemtrænger alle legemlige ting.” Den ægyptiske Hermes’ egne ord og selvforståelse står som garant i tavlens slutord: “Og således er jeg kaldet den trefoldigt store Hermes, idet jeg rummer hele denne verdens filosofi.”

En anderledes skabelsestanke

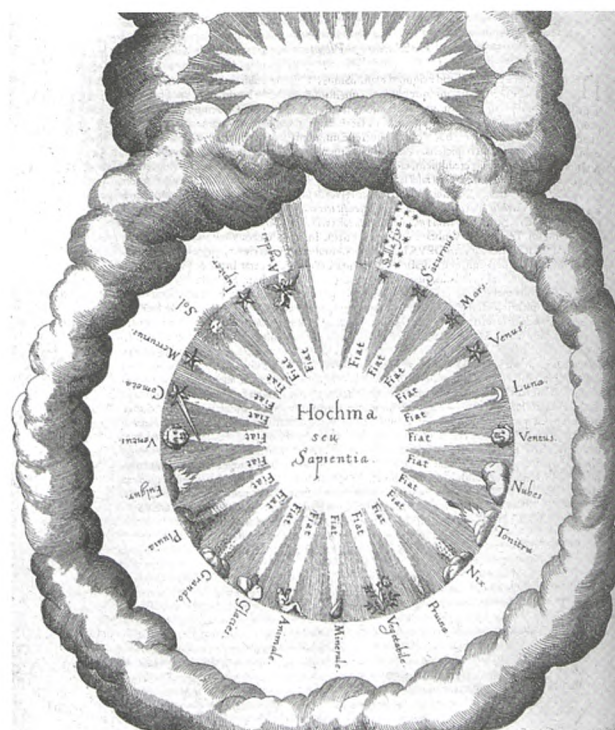
Smaragdtavlen, sammen med øvrige alkymistiske tekster, der blev oversat på denne tid, udtrykker direkte og indirekte den hermetiske filosofis kosmologi: At kosmos er en levende organisme, besjælet med verdenssjælen, der knytter alle enkelte dele i et samlet hele; dette kosmos i sit hele *udtrykker* guddommen, gør denne synlig i stof, og manifesterer og beviser samtidig en mægtig guddoms eksistens. Derfor er guddommen ikke nødvendigvis himmelsk, hævet over kosmos – eller tronende højt *over* verden, som den kristne tankeverden kender fra forestillinger om Gud som en skaber, der suverænt skaber verden af intet og hinsides overvåger alt det skabte. I den hermetiske filosofi folder guddommen sig så at sige ud i og med verdens mangfoldighed, og dermed sker et brud med guddommen som suveræn og adskilt fra skabningen. I den hermetiske filosofi er den synlige verdens tilblivelse derimod en nødvendig følge af udviklingsprocesser i guddommen selv; guddommen må udfolde sig, og ved denne proces bliver visdommens lys – den guddommelige visdoms lys – spredt i kosmos; Dorn, elev af Paracelsus, forklarer, at det synlige lys blev skabt på fjerde skabelsesdag, hvor Solen, Månen og stjernerne blev til; men naturens lys blev til på den første dag, hvor Gud sagde “der blive lys” – da “splintredes” guddommen og skabelses- eller rettere: udfoldelsesprocessen begyndte. Dette lys, forklarer han, er skjult til stede i alt det skabte – og skal ikke forveksles med synligt lys; det er naturens eget ordens- og meningsskabende evne, der kommer til udtryk i f.eks. fuglenes evne til at bygge rede eller i edderkoppens spind. Men dette naturens lys er også i mennesket, og givet med legemligheden, fordi menneskets legeme er gjort af naturens stof. Derfor har mennesket adgang til visdommens lys, fordi det med sin legemlighed og sanselighed har adgang til naturen og naturens lys. I denne optik er modstillingen mellem religion og videnskab ophævet, fordi det er studiet af naturen, der fører til sand erkendelse af skaberen, og omvendt vil gudserkendelse være ensbetydende med naturerkendelse. Dette tankesæt er meget udbredt i vestlig tænkning, men har stået i skyggen af den dominerende splittelse mellem religion og videnskab, vi kender så godt fra traditionen⁴

Det betyder også, hvis vi vender os lidt mere konkret mod Tycho Brahe, at astronomi er læren om himmellegemernes bevægelser, og derfor bliver alkymi, der handler om de stofflige genstande i naturens bestanddele, kaldet den jordiske astronomi; og ved at studere

stoffet lærer man om det himmelske, og ved at studere det himmelske lærer man om jordens stof. Det er den basale tankegang, som også en Tycho Brahe deler, og derfor gentager han ofte fyndordene fra den hermetiske filosofi: *despiciendo suspicio*, ved at se nedad ser jeg opad, og *suspiciendo despicio*, ved at se opad ser jeg nedad.



Figur 5. Alt kommer af det ene; verden som udfoldelse. Fra Philotheus, *Symbola Christiana*, 1677.



Figur 6. Visdommens lys som den indre drivkraft i stoffets udfoldelse. ‘Hochma seu sapientia’ udtrykker påvirkning fra den jødiske kabbala, der udtrykker lignende kosmologiske forestillinger og som havde stor betydning for 1600- og 1700-tallets kosmologier. Fra Robert Fludd, *Philosophia Sacra*, Frankfurt 1626.

⁴Herom må jeg henvise til mine bøger; en kort, men grundig oversigtsartikel beregnet til undervisning i gymnasiesektoren og universiteternes grunduddannelse findes dog i afhandlingen “Der lød med ét en sælsom Lyd” – om forholdet mellem natur og kristendom i historisk belysning,” optrykt i [4], p. 155-189.

Nyere forskning viser også, at Newton var dybt præget af alkymistiske studier, og anekdoten om æblet er en afmægtig erstatning for den egentlige forklaring, nemlig at Newton var seriøst optaget af den hermetiske filosofis kosmologi om altings enhed – og direkte af Tabula Smaragdina, hvorfra idéen til at sammenkæde bevægelseslovene på jorden (Galilei) og i himlen (Kepler) sandsynligvis stammer. Den nyeste forskningsoversigt findes i "Newton, Physiker, Mathematiker, Alchemist und Naturforscher" [1], p. 252-258 med komplet litteraturangivelse.

Denne tankeform og naturforståelse rummer også et andet menneskesyn. I den gamle model så at sige, er Adam skabt af jordens ler – der i sig selv er stendødt. Livet opstår ved, at ånden fra Gud indblæses i det livløse ler; dvs. at mennesket får sit livsprincip fra noget uden for sig selv, og placeret i verden som en dukke i et dukkehus. At få lov at blive naturens og de levende væseners herre (1. Mos, 1, 28) forekommer som en trøst for at være drevet ud af Paradiset. I den anden kosmologi derimod, stammer menneskets og naturens livsprincip fra stoffet selv; den oplivende og levendegørende ånd eller sjæl er en del af stoffet og gives med tilknytning til naturen selv, og ikke til en naturens skaber. Skabelsesprocessen er med andre ord ikke én gang for alle, men forstås som en vedvarende proces. *Fiat lux* ("lad der blive lys") foregår så at sige hele tiden. Med en forsigtig sammenligning ville det svare til, at vi havde en teori, der gik ud på, at Big Bang foregår hele tiden og mange "steder" på én gang.

Hermed skulle det være antydnet, at middelalderens dunkle tankeverden har betydning for oplysningstidens opdagelser som andet end et konstrueret modbillede. Historien hænger sammen – og vi med den, og det er disse sammenhænge, forskere også i videnskabshistorie endelig er kommet igang med at studere for alvor. Virkelig at kende den europæiske arv og videnskabernes historie er noget, vi stadig har til gode.

Litteratur

- [1] *Alchemie. Lexikon einer hermetischen Wissenschaft*, ed. Claus Priesner & Karin Figala, C.H. Beck, München 1998.
- [2] Haaning, Aksel, *Naturens lys. Vestens naturfilosofi i højmiddelalder og renæssance 1250-1650*, C.A. Reitzel, København 2001.
- [3] Haaning, Aksel, *Middelalderens naturfilosofi. Naturens genkomst i filosofi, digtning og videnskab ca. 1100-1250*, C. A. Reitzel, 2. udgave, København 2004.
- [4] Haaning, Aksel, *Den dobbelte arv. Kapitler om natur og spiritualitet, kristendom og historie*, C. A. Reitzel 2005.
- [5] Eamon, William, *Science and the Secrets of Nature. Books of Secrets in Medieval and Early Modern Culture*, New Jersey 1994.
- [6] Rossi, Paolo, *La nascita della scienza moderne in Europa*, Laterza, Rom-Bari, 1998.
- [7] Webster, Charles, *From Paracelsus to Newton. Magic and the Making of Modern Science*, Cambridge University Press, 1982.
- [8] Munitz, Milton K., *The Mystery of Existence. An Essay in Philosophical Cosmology*, New York 1965.
- [9] Woodbridge, Frederick J. E., *An Essay on Nature*, Columbia University Press, 1940.

- [10] Yervant H. Krikorian (ed.), *Naturalism and the Human Spirit*, Columbia University Press, New York 1959.
- [11] Hawking, Stephen, *Hawkings univers. De nyeste teorier om tiden og rummet*, Gyldendal 1997.



Aksel Haaning arbejder med middelalderens og renæssancens videnskab og natursyn; med den religiøse mystik og esoteriske forestillinger. En række artikler og afhandlinger er for nylig samlet i *Den dobbelte arv*. Kapitler om natur og spiritualitet, kristendom og historie, C.A. Reitzel 2005.

Pladsmangel i KVANT

Nogle læsere vil måske have bemærket, at Breddeopgaven mangler i dette nummer, ligesom der i tidligere numre er lagt op til en fortsættelse af fysikforsøg fra Fysikbasn og en fortsættelse af beretningen om den totale solformørkelse i Danmark i 1851 (indledt i nr. 2, 2006). Disse indlæg er udskudt pga. pladsmangel, og de fortsættes så snart pladsen igen tillader det. Vi glæder os derimod over, at der er forfattere nok, som vil skrive i KVANT.

Kommentarer til indholdet af bladet kan sendes til redaktøren på: kvant@kvant.dk.

PFEIFFER  VACUUM

NYHED

SENSATION:

Én og samme vacuumpumpe fra
1000 til 10⁻⁵ mbar

**OnTool™
Booster**

Ring for yderligere information

Tlf. 4352 3800 Fax 4352 3850
efa@pfeiffer-vacuum.dk

Stjernebilledernes danske navne

Peter Gadman

I de senere år er der udkommet mange bøger på dansk – skrevet på dansk eller oversat – med vejledning for begyndere udi astronomien. I disse bøger vil der typisk være stjerne kort, hvor stjernebilledernes navne er skrevet til, samt noget kulturhistorie om de sagnfigurer og fabeldyr, der har lagt navn til stjernebillederne. Der er nu den pudsighed, at for mange stjernebilleder er det åbenbart ikke entydigt, hvad det hedder på dansk. Et og samme stjernebillede kan have forskellige navne, når man slår op i flere bøger og sammenholder, og der er også bøger, hvor et stjernebillede har ét navn i teksten og et andet navn på stjerne kortet i bogen. Spørgsmålet er, om der er mere eller mindre fri adgang til at give stjernebillederne danske navne, eller om der foreligger en eller anden form for officiel eller autoriseret fortegnelse over, hvilke danske navne, der er de "rigtige" at anvende. Og hvis ikke, er der så behov for en sådan fortegnelse?

Stjernebillederne

Når man taler om stjernebilleder, mener man normalt en gruppering af klare stjerner, men som fagudtryk er et stjernebillede det areal på himmelkuglen, hvor gruppen af klare stjerner befinder sig, og grænsen til nabostjernebilledet er defineret præcist ved hjælp af koordinater.

Hele himmelkuglen er opdelt i 88 stjernebilleder, dog at et af dem, Serpens, dvs. Slangen, består af to adskilte områder, som tilsammen udgør ét stjernebillede – en noget særpræget konstruktion. Stjernebillederne har ikke nogen videnskabelig betydning, men de er uundværlige, når man vil orientere sig på himlen. Fra Danmark kan vi se 63 stjernebilleder, helt eller delvist, mens 25 befinder sig på sydhimlen.

De latinske navne

De 88 stjernebilleder har både et navn på latin og et navn på dansk. Vedrørende de latinske navne er der ikke noget at spille om, for de er blevet officielt vedtaget af International Astronomical Union. På IAUs kongres i 1922 blev der fremlagt en fortegnelse over stjernebilledernes navne og deres forkortelser [3]. På kongressen i 1925 blev der nedsat en kommission under ledelse af den belgiske astronom Eugene Delporte, som i 1930 fremlagde en rapport, *Délimitation Scientifique des Constellations* [1], med nøjagtige afgrænsninger mellem stjernebillederne og angivelse af deres latinske navne [4]. Dette blev tiltrådt af IAU, og en sådan international vedtagelse må vel opfattes som en form for autorisering, og for de lande, der samarbejder i IAU, må det være en selvfølge, at man anvender de vedtagne navne. Ingen skribent ville slippe af sted med at forsøge at indføre andre latinske navne.

De latinske navne kan bruges i det internationale astronomiske samarbejde, så på dette punkt fungerer latin som det internationale sprog fagfolk imellem, ligesom da alt blev skrevet på latin i middelalderen og renæssancen.

De danske navne

Mange af de danske navne er en oversættelse af det latinske navn, men der er også en del stjernebilleder,

der sådan set ikke har noget selvstændigt dansk navn, fordi det latinske navn er et personnavn, som anvendes i stedet for et dansk navn, fx Andromeda.

Når nu man internationalt har fastlagt de (latinske) navne, som kan bruges i det internationale samarbejde, så kunne man sige, at det var logisk, at de enkelte lande fulgte det op ved at fastlægge stjernebillednavnene på de nationale sprog. Det er i Danmark ikke noget, der henhører under nogen offentlig myndighed, der findes ikke nogen lov om stjernebilleder, så det må være den landsdækkende organisation på området, altså Astronomisk Selskab, der må kunne vedtage en forpligtende fortegnelse over de danske navne.

Det er tilsyneladende aldrig sket, så det er overladt til "traditionen", hvad stjernebillederne hedder på dansk. De kan kaldes ved de navne, som sædvanligvis bliver anvendt i praksis. Problemet er bare, at traditionen ikke er entydig. Mange stjernebilleder kendes og omtales under forskellige navne, så hvis man vil henholde sig til "de traditionelle navne", kan det være uklart, hvad der menes med det. Hvis fx man læser, at der er fundet en ny komet i stjernebilledet Hyrden, så vil det for nogle være umiddelbart forståeligt, mens andre lige må tænke sig om, hvis de er vant til at kalde dette stjernebillede for Bjørnevogteren. Og en forfatter, der er ved at skrive en bog eller en artikel kan komme i tvivl om, hvilke navne han skal anvende, fordi han ikke har en autoriseret fortegnelse at kunne slå op i. Disse problemer ville ikke foreligge, hvis man altid kun anvendte de latinske navne, men det er utopisk at forestille sig, at de danske navne skulle gå ud af brug.

Stjernebilleder med flere navne

Men hvor stort er problemet: Hvor mange stjernebilleder har i praksis flere navne? Og hvilket navn er det mest anvendte for hvert stjernebillede? Det kunne metodisk gøres op på flere måder, fx ved at spørge et stort antal amatørastrofysikere, hvilke navne, de kender stjernebillederne under, altså en slags afstemning om de mest populære navne. Til denne artikel er foretaget en opgørelse over, hvilke danske stjernebillednavne, der nævnes i litteraturen, idet den antagelse lægges til grund, at når et navn er brugt i litteraturen, så er det det

samme som, at navnet rent faktisk kendes og anvendes i praksis. Opgørelsen er blevet til ved gennemsyn af de dansksprogede astronomibøger, der er udkommet i de seneste 20 år, og som indeholder fortegnelser over danske stjernebillednavne eller stjernekort med navnene påført; samt danske tidsskrifter fra de seneste år, leksikonartikler og internetsider. På den måde er tilvejebragt en samlet registrering af, hvilke navne, der for tiden i Danmark anvendes i praksis, samt en optælling af, hvilke navne, der forekommer hyppigst.

Ældre navne, der var i brug for mere end 20 år siden, er således ikke medtaget. Navne med stavefejl er ikke medtaget som selvstændige navne, fx er "Linialen" registreret, som om der stod "Linealen".

Resultatet af opgørelsen er, at ud af de 88 stjernebilleder er der 48, som kun har ét navn. Fx Aquila hedder Ørnen, uanset hvilken bog, man slår op i.

Der er 40 stjernebilleder, som har forskellige navne i praksis – det er mange (45 %) ud af de 88, så der synes at være behov for en præcisering. Mod det kunne man sige, at vi i hvert fald ikke behøver at interessere os for de stjernebilleder på sydhimlen, vi ikke kan se fra Danmark. Men det er ikke noget stærkt argument i vore

dage, hvor det er let at rejse sydpå som astroturist for at se stjerner på sydhimlen. Det ville heller ikke gøre problemet meget mindre: Af de 63 stjernebilleder vi kan se helt eller delvist fra Danmark, har 24 flere navne, dvs. 38 % af de 63.

Forslag til officielle navne

I tabellen er 1. kolonne en alfabetisk fortegnelse over de latinske navne på de 88 stjernebilleder. Det er den officielle fortegnelse fra Delpores rapport.

I 2. kolonne er opregnet alle de navne, som er fundet ved litteraturgennemgangen, opstillet alfabetisk under hvert stjernebillede, idet der her i 2. kolonne ikke er nogen prioritering mellem navnene.

3. kolonne i tabellen er et forslag til, hvilke af navnene i 2. kolonne, der bør være de officielle danske navne for de pågældende stjernebilleder. Det er herved lagt til grund som en afgørende forudsætning, at de navne, der skal udnævnes til at være de officielle, bør være de navne, der her og nu i disse år rent faktisk anvendes mest i praksis. Ingen kan have interesse i, at der indføres nye navne, eller at historiske navne bliver taget frem igen. Så i 3. kolonne er der ingen forslag til nye navne, kun navne, der er taget fra 2. kolonne.

LATINSK NAVN	DANSKE NAVNE, DER ER ANVENDT I PRAKSIS	FORSLAG TIL OFFICIELT DANSK NAVN
Andromeda	Andromeda	Andromeda
Antlia	Luftpumpen, Pumpen, Skibspumpen	Luftpumpen
Apus	Paradisfuglen	Paradisfuglen
Aquarius	Vandbæreren, Vandmanden	Vandmanden
Aquila	Ørnen	Ørnen
Ara	Alteret	Alteret
Aries	Vædderen	Vædderen
Auriga	Kusken, Vognstyren	Kusken
Bootes	Bjørnevogteren, Bonden, Bootes, Hyrden, Oksedriveren	Bjørnevogteren
Caelum	Gravstikken, Gravstikeren, Mejslen	Gravstikken
Camelopardalis	Giraffen	Giraffen
Cancer	Krebsen	Krebsen
Canes Venatici	Jagthundene	Jagthundene
Canis Major	Store Hund	Store Hund
Canis Minor	Lille Hund	Lille Hund
Capricornus	Stenbukken	Stenbukken
Carina	Argo, Kølen, Skibskølen	Kølen
Cassiopeia	Cassiopeia, Cassiopeja	Cassiopeia
Centaurus	Kentauren	Kentauren
Cepheus	Cefeus, Cepheus, Kefeus	Cepheus
Cetus	Cetus, Havuhyret, Hvalen, Hvalfisk	Hvalfisk
Chamaeleon	Kamæleonen	Kamæleonen
Circinus	Circinus, Cirklen, Passeren	Passeren
Columba	Duen	Duen
Coma Berenices	Berenices Hovedhår, Berenices Hår, Berenices Lokker, Berenikes Hovedhår, Berenikes Hår, Berenikes Lokker	Berenices Hår
Corona Australis	Den Sydlige Krone, Sydlige Krone	Sydlige Krone
Corona Borealis	Den Nordlige Krone, Kronen, Nordlige Krone	Nordlige Krone
Corvus	Ravnen	Ravnen
Crater	Bægeret	Bægeret
Crux	Korset, Sydkorset	Sydkorset
Cygnus	Nordkorset, Svanen	Svanen
Delphinus	Delfinen	Delfinen
Dorado	Doraden, Guldfisken, Sværdfisken	Guldfisken
Draco	Dragen	Dragen

LATINSK NAVN	DANSKE NAVNE, DER ER ANVENDT I PRAKSIS	FORSLAG TIL OFFICIELT DANSK NAVN
Equuleus	Føllet	Føllet
Eridanus	Eridanus, Eridanusfloden, Floden	Floden
Fornax	Kemiske Ovn, Ovnen	Ovnen
Gemini	Tvillingerne	Tvillingerne
Grus	Tranen	Tranen
Hercules	Hercules, Herkules	Herkules
Horologium	Penduluret, Uret	Uret
Hydra	Dragen Hydra, Havslangen, Hydra, Nordlige Vandslange, Søslangen, Vandslangen	Søslangen
Hydrus	Lille Havslange, Lille Slange, Lille Søslinge, Lille Vandslange, Sydlige Vandslange, Søslangen	Lille Søslinge
Indus	Inderen, Indianeren	Indianeren
Lacerta	Firbenet, Øglen	Firbenet
Leo	Løven	Løven
Leo Minor	Lille Løve	Lille Løve
Lepus	Haren	Haren
Libra	Vægten	Vægten
Lupus	Ulven	Ulven
Lynx	Lossen	Lossen
Lyra	Lyren	Lyren
Mensa	Bordet, Taffelbjerget	Taffelbjerget
Microscopium	Mikroskopet	Mikroskopet
Monoceros	Enhjørningen	Enhjørningen
Musca	Bien, Fluen	Fluen
Norma	Linealen, Vinkelmåleren, Vinkelmålet	Vinkelmålet
Octans	Oktanten	Oktanten
Ophiuchus	Ophiuchus, Slangebæreren, Slangeholderen	Slangebæreren
Orion	Jægeren, Orion	Orion
Pavo	Påfuglen	Påfuglen
Pegasus	Pegasus	Pegasus
Perseus	Perseus	Perseus
Phoenix	Føniks	Føniks
Pictor	Maleren, Malerværkstedet, Staffeliet	Maleren
Pisces	Fiskene	Fiskene
Piscis Austrinus	Sydlig Fisk	Sydlig Fisk
Puppis	Agterskibet, Agterstaven, Skibet	Agterskibet
Pyxis	Kompasset	Kompasset
Reticulum	Nettet	Nettet
Sagitta	Pilen	Pilen
Sagittarius	Skytten	Skytten
Scorpius	Skorpionen	Skorpionen
Sculptor	Billedhuggeren, Billedhuggerværkstedet	Billedhuggeren
Scutum	Skjoldet	Skjoldet
Serpens opdelt i: Serpens Caput Serpens Cauda	Slangen Slangens Hoved Slangens Hale	Slangen Slangens Hoved Slangens Hale
Sextans	Sekstanten	Sekstanten
Taurus	Tyren	Tyren
Telescopium	Kikkerten, Teleskopet	Teleskopet
Triangulum	Nordlig Trekant, Trekanten, Trianglen, Trianglet	Trekanten
Triangulum Australe	Australske Trekant, Sydlige Trekant, Sydlige Triangel	Sydlig Trekant
Tucana	Peberfuglen, Tukanen	Tukanen
Ursa Major	Den Store Bjørn, Karlsvognen, Store Bjørn, Storebjørn, Store Karlsvogn	Store Bjørn
Ursa Minor	Den Lille Bjørn, Lille Bjørn, Lillebjørn, Lille Karlsvogn	Lille Bjørn
Vela	Sejlene, Sejlet	Sejlet
Virgo	Jomfruen	Jomfruen
Volans	Flyvefisken	Flyvefisken
Vulpecula	Lille Ræv, Ræven	Ræven

De 88 stjernebilleder i 2. kolonne kan opdeles i 4 grupper:

1. For 48 stjernebilleder er der i 2. kolonne kun anført ét dansk navn, og dette er så overført til 3. kolonne. Eksempel: Aries hedder på dansk Vædderen.
2. For 19 stjernebilleder med flere navne i 2. kolonne er ét af navnene helt dominerende, fordi det forekommer næsten alle de steder i litteraturen, hvor stjernebilledet omtales, og de andre navne ses kun et enkelt eller højst et par steder. Så det bliver dette dominerende navn, der går til 3. kolonne. Eksempel: Vulpecula kaldes altid for Ræven, der er kun – så vidt ses – et eneste sted, hvor det kaldes for Lille Ræv. (Det er for øvrigt i Astronomisk Selskabs hæfte *Vejviser til stjernerne* [6]. At Lille Ræv er en korrekt oversættelse af det latinske Vulpecula er irrelevant i denne sammenhæng).
3. For 16 stjernebilleder med flere navne i 2. kolonne, er der 2 eller 3 af navnene, der forekommer adskillige steder, men dog ét af dem, der forekommer mere end dobbelt så mange steder som det næsthyppest navn, så det førstnævnte navn må kunne siges at være det mest almindeligt anvendte og er derfor anført i 3. kolonne. Eksempel: Hydra kendes under mange forskellige navne, men navnet Sølslangen optræder mere end dobbelt så ofte som de næsthyppest navne Havslangen og Vandslangen.
4. Endelig er der 5 stjernebilleder med flere navne i 2. kolonne, hvor 2 eller 3 af navnene forekommer nogenlunde lige mange steder, så her kan der ikke ses på hyppigheden, men der må træffes et valg, hvilket af navnene, der bør komme i 3. kolonne. Det drejer sig om Bootes, Cetus, Coma Berenices, Ophiuchus og Triangulum. Af de navne, der er anført under Bootes, er det betegnelserne Bjørnevogteren og Bootes, der forekommer hyppigst (og nogenlunde lige hyppigt), og af dem er valgt Bjørnevogteren. De øvrige navne – Bonden, Hyrden og Oksedriveren – ses kun få steder. Af navnene under Cetus er det Hvalen og Hvalfisken, der forekommer hyppigst, og her er valgt Hvalfisken. Når Coma Berenices oversættes til dansk, bliver det stavet på mange forskellige måder, her er valgt Berenices Hår. Af navnene under Ophiuchus er det ikke dette navn, men de 2 danske navne Slangebæreren og Slangeholderen, der bruges mest i praksis, og af dem er valgt Slangebæreren. Af navnene under Triangulum forekommer Trekanten og Trianglen hyppigst, og af dem er Trekanten udvalgt til 3. kolonne.

Af de navne, der er anført i 3. kolonne som et forslag til officielle navne, er således 5 navne udtryk for et valg. For alle øvrige – 83 – stjernebilleders vedkommende

er de foreslåede navne blot en objektiv registrering af, hvilket navn, der anvendes mest i praksis.

Fastlæggelse af officielle navne

Tabellens 3. kolonne er et samlet forslag til en fortegnelse over stjernebilledernes danske navne.

Hvis man forestillede sig, at Astronomisk Selskab vedtog en sådan fortegnelse, ville der være skabt klarhed over, hvad stjernebillederne hedder på dansk, hvert stjernebillede ville kun have ét dansk navn, lige som det nu har ét latinsk navn. En sådan vedtagelse ville fremtræde som en autorisering af navnefortegnelsen, som en anbefaling af de valgte navne. De ville efterhånden blive de eneste, der blev anvendt i praksis, og de andre navne, der har været anvendt, ville gå ud af brug og kun have historisk interesse.

I litteraturlisten er dels angivet litteratur om det generelle spørgsmål om navnefastsættelse [1-5] og dels eksempler på nyere litteratur med danske stjernebillednavne [6-10].

Litteratur

- [1] Delporte, E.: "Délimitation Scientifique des Constellations (Tables et Cartes)", Report of Commission 3 of the International Astronomical Union, 1930.
- [2] Nilson, Peter: "Himlavalvets sällsamheter. En resa genom myter och historia", (1977) 1982, s. 83.
- [3] Notits i Nordisk Astronomisk Tidsskrift, 1922, s. 117.
- [4] Notits i Nordisk Astronomisk Tidsskrift, 1931, s. 73.
- [5] Nørgaard, Henry: "Himlen som billedbog – Stjernebilledernes afgrænsninger først endelig fastsat i 1930", *Aktuel Astronomi*, 1/1996, s. 14+18.
- [6] Aldrich, Per Tybjerg m.fl.: "Vejviser til stjernerne", Astronomisk Selskab, 1999.
- [7] Den Store Danske Encyklopædi, bind 18, 2000.
- [8] Kerrod, Robin: "Stjerneguiden", (2004) 2005.
- [9] Københavns Universitets Almanak. Skriv- og rejsekalendar, 2006.
- [10] Poulsen, Erling: "Stjernebillederne", www.rundetaarn.dk/observatoriet.



Peter Gadman er uddannet jurist, men hans forfatterskab omfatter så forskellige områder som jura, litteraturhistorie og astronomi. Han har senest udgivet *Astro-turisme. En bog om astronomi på ferierejsen*, 2004 (anmeldt i Kvant 3/2004).

Kommentar til “Stjernebilledernes danske navne”

Michael Quaade, formand for Astronomisk Selskab

Det er en interessant analyse, Peter Gadman har fremlagt. Som jeg læser den, er det en central konklusion at der kun er forholdsvis få stjernebilleder, hvor der er nogen reel uenighed om den korrekte betegnelse på dansk. Gadmans undersøgelse er udelukkende baseret på trykt skriftligt materiale. Måske ville der være en lidt større spredning i resultaterne, hvis de betegnelser, som bruges mundtligt og i mere uformel skriftlig kommunikation, også havde været med.

Jeg har sammenlignet min egen sprogbrug med Gadmans resultater og har bemærket to ting. Den ene er, at jeg i mange år hverken i tale eller skrift har nævnt f.eks. nogen af de finurlige tekniske indretninger, der har lagt navn til mange af sydhimlens stjernebilleder og derfor heller ikke har gjort mig nogen tanker om, hvad jeg ville kalde dem. Den anden er, at jeg nok er lidt mere tilbøjelig til at bruge de latinske navne for f.eks. Bootes og Ophiucus. Sidstnævnte kan muligvis skyldes at jeg er miljøskadet, da det engang i tidernes morgen lykkedes mig at komme gennem en uddannelse som astronom. I faglitteraturen anvendes stort set kun de latinske betegnelser, så dem har jeg fået “ind med modermælken”. En anden mulighed er, at den almindelige sprogbrug har ændret sig en smule i løbet af de sidste 20 år i retning af øget brug af internationale udtryk på dansk. Det drejer sig som regel om låneord fra engelsk, men måske også latinske betegnelser for stjernebilleder.

Efter min mening er der ikke det store behov for at få

defineret “de rigtige” danske betegnelser. Jeg er tværtimod godt tilfreds med at den sproglige mangfoldighed også finder udtryk ved at der f.eks. er flere navne for de samme stjernebilleder i omløb. Man må også acceptere at der hele tiden sker gradvise forandringer i sproget, så nye ord vinder indpas mens andre glider ud. Denne udvikling kan meget vel give anledning til at man i fremtiden vil komme til at bruge andre betegnelser for nogle af stjernebillederne.

Det er en helt anden situation for de latinske navnes vedkommende. Her spiller det en stor rolle at astronomer forskellige steder og til forskellige tider er enige om hvordan de betegner en given stjerne på himlen. Det er baggrunden for at den Internationale Astronomiske Union brugte tid og kræfter over en årelang periode i 1920'erne på at fastlægge hvilke stjernebilleder, der fremover skulle bruges, deres navne og hvilke områder på himlen de hver især dækker.

Under alle omstændigheder er Astronomisk Selskab ikke en organisation, der har nogen autoritet eller myndighed til at vedtage navne for stjernebilleder, stjerner eller andet, der optræder på himlen. Min anbefaling til læserne må være, at de bruger de betegnelser, de er vant til. I de tilfælde, hvor man er i tvivl om, hvad man skal kalde et givet stjernebillede, synes jeg at Peter Gadmans gennearbejdede liste kan tjene som en glimrende vejledning.

Stjernerne påvirker vores klima

Af Jens Olaf Pepke Pedersen, Center for Sol-Klima Forskning, Danmarks Rumcenter

Kosmisk stråling og Solens aktivitet

Vores planet er konstant udsat for et bombardement af meget energirige partikler, som især består af protoner samt et mindre antal tungere kerner. Dette bombardement af partikler kaldes den kosmiske stråling og den opstår, når kæmpestjerner i vores galakse Mælkevejen går til grunde i voldsomme supernovaeksplosioner. Under en sådan eksplosion, slynges det yderste lag af stjernen væk under en enorm energiudladning og partiklerne opnår dermed hastigheder tæt på lysets. I Mælkevejen sker der i gennemsnit en supernova-eksplosion ca. hvert 50. år, og siden 1935 har man målt intensiteten af den kosmiske stråling der når frem til Jorden. Disse målinger har vist, at den kosmiske stråling varierer med solaktiviteten. Når der er mange solpletter og dermed høj solaktivitet, formindskes intensiteten af den kosmiske stråling, og når der er lav solaktivitet, forøges intensiteten. Dette skyldes solvinden og det tilhørende

magnetfelt. Når solvinden og magnetfeltet tiltager i styrke, er heliosfæren bedre i stand til at skærme mod den kosmiske stråling, men når solaktiviteten er lav, formindskes Solens magnetfelt og dermed dets evne til at skærme mod den energirige kosmiske stråling.

Skyernes betydning for Jordens klima

Gennem næsten 200 år har man spekuleret på, om der også var en sammenhæng mellem Solens aktivitet og Jordens klima, men man har savnet en fysisk forklaring på det. Efter at satellitter begyndte at samle systematiske målinger af Jordens skydække, viste det sig imidlertid, at der var en korrelation mellem skydækket og Solens aktivitet. At skyerne har betydning for klimaet, har de fleste af os sikkert oplevet flere eksempler på. F.eks. har det stor betydning for nattemperaturen om vinteren, om det er overskyet eller ej. Et skydække virker ligesom en dyne, der hol-

der på varmestrålingen fra jordoverfladen, mens det bliver væsentligt koldere, hvis det er skyfrit, så her virker skyerne opvarmende. Omvendt må strandturen om sommeren nogle gange afkortes fordi tykke skyer driver ind og blokerer for Solens stråler, hvorefter det pludselig ikke er så varmt længere. Generelt kan man sige, at vandfyldte, lavtliggende og tykke skyer vil virke afkølede på klimaet, fordi deres hvide overflade giver en større refleksion af sollyset og dermed sender en større del af Solens stråling ud i verdensrummet. Derimod vil højtliggende og tynde skyer, som ofte består af små iskrystaller, virke opvarmende. I gennemsnit bliver resultatet dog, at skyerne har en afkølede virkning.

Skydannelse og kosmisk stråling

Samtidig med undersøgelserne af skydækket blev det også klart, hvordan de kosmiske stråler kunne være bindeleddet mellem Solen og skyerne [1]. Skyer opstår nemlig ikke automatisk blot fordi der er vanddamp i atmosfæren. De dannes nemlig allerede selvom fugtigheden er langt under 100%, og en vigtig forudsætning for dette er tilstedeværelsen af små støvkorn, også kaldet aerosoler. Aerosoler er luftbårne faste eller flydende partikler, i størrelser fra 1 nm til omkring 10 μm . Når aerosolerne opnår en størrelse på ca. 0,1 μm , kan de fungere som skykondensationskerner, og er der tilstrækkeligt med vanddamp, vil kernerne begynde at vokse til skydråber. Aerosolerne kan stamme fra Jordens overflade, men de kan også dannes direkte i atmosfæren ved kemiske reaktioner mellem forskellige gasser som f.eks. svovldioxid, vanddamp og ozon.

Hermed er idéen til hvordan Solen kan påvirke Jordens klima klar: Når den kosmiske stråling rammer atmosfæren, ioniserer den molekylerne i atmosfæren, og strålingen er i øvrigt årsag til næsten al ionisation i den nederste del af atmosfæren. Netop ionisationen udviser derfor også en stor følsomhed overfor ændringer i solaktiviteten. Hvis derfor ionerne i atmosfæren har betydning for dannelsen og mængden af aerosoler, må der også være en fysisk mekanisme, som knytter kosmiske stråler til skydannelsen.

SKY-eksperimentet

Påvisningen af denne mekanisme har været formålet med et eksperiment, som meget passende har fået navnet SKY, ved Danmarks Rumcenter. SKY er et reaktionskammer på ca. 8 m³, hvor man kan simulere processer i atmosfæren. Ved f.eks. at belyse en blanding af vanddamp, ozon og svovldioxid med ultraviolet lys startes en kemisk proces, der bl.a. producerer svovlsyre. Den ioniserende virkning i atmosfæren af de kosmiske stråler kan simuleres ved hjælp af kraftige gammakilder, og de første resultater fra eksperimentet (som blev offentliggjort i oktober [2]) har nu vist, at der ud fra denne blanding af gasser vokser store mængder af aerosoler frem. Endnu vigtigere, så har eksperimentet også vist, at antallet af aerosoler afhænger af mængden af ioner og dermed af den kosmiske stråling. Eksperimentet har således for første gang påvist, at der er en direkte forbindelse mellem kosmisk stråling og mængden af aerosoler i Jordens atmosfære.



Figur 1. SKY II hejses på plads i targethallen på CERN (foto: Martin B. Enghoff).



Figur 2. SKY II lige efter monteringen i targethallen på CERN (foto: Martin B. Enghoff).

Eksperimentet har dannet grundlag for et projekt ved det europæiske forskningscenter CERN i Geneve [3], hvor resultaterne fra SKY nu er ved at blive reproduceret. Ved hjælp af en partikelstråle fra CERNs accelerator kan man direkte simulere de kosmiske partikler, og til forsøget er der bygget et helt nyt reaktionskammer, som har fået navnet SKY II, og som i efteråret er stillet op på CERN.

Litteratur

- [1] Henrik Svensmark (2001) "Kosmisk stråling og Jordens skydække: Solens indflydelse på Jordens klima", *Kvant*, bind 12, nr. 3, side 4-7.
- [2] Henrik Svensmark, Jens Olaf P. Pedersen, Nigel D. Marsh, Martin B. Enghoff og Ulrik I. Uggerhøj (2006) "Experimental evidence for the role of ions in particle nucleation under atmospheric conditions", *Proceedings of the Royal Society A*, DOI: 10.1098/rspa.2006.1773
- [3] Jeff Kanipe (2006) "A cosmic connection", *Nature*, bind 443, side 141-143.



Jens Olaf Pepke Pedersen er seniorforsker på Danmarks Rumcenter og medlem af Kvants redaktion. Han har siden 2003 arbejdet på SKY-eksperimentet i København og fra 2006 også med opbygningen af SKY II på CERN.

Finn Berg Rasmussen fik H.C. Ørsted's bronzemedalje



Finn Berg Rasmussen og formanden for SNU, Dorte Olesen.

Selskabet for Naturlærens Udbredelses direktion har besluttet at tildele Lektor Finn Berg Rasmussen H.C. Ørsted's bronzemedalje, som gives for fremragende formidling af eksakt naturvidenskab til bredere kredse gennem en længere årrække.

Medaljen blev overrakt onsdag den 22. november 2006 på H.C. Ørsted Institutet, i et fyldt Auditorium 3. Lektor Finn Berg Rasmussen har siden 1963 været tilknyttet Københavns Universitet, efter i 1962 at være blevet cand.mag. i fysik, astronomi, kemi og matematik. Fra 1999-2005 har han været afdelingsbestyrer ved Ørsted Laboratoriet under Niels Bohr Instituttet for Astronomi, Fysik og Geofysik.

Ud over gennem alle årene at have været en særdeles energisk og værdsat underviser, har han samtidig gennem sine mere end 40 år ved Københavns Universitet spillet en vigtig rolle inden for forskning og videnskabspopularisering. Han var således med til at starte bladet KVANT, Tidsskrift for Fysik og Astronomi, i 1990, og har siddet i bladets redaktion fra dets start og til i dag. Han

har også selv været forfatter til en del populære artikler, om så forskellige emner som evighedsmaskiner, Nobelpris-modtagere og enhedssystemet.

Hans forskning har omhandlet superledning, magnetisme og kvantevæsker. Den største opdagelse er nok påvisningen af magnetisk orden i fast helium-3 i 1975. I de senere år har fokus været på kernemagnetisk orden og spin-elektronik. Finn Berg Rasmussens store overblik over den eksperimentelle fysik har gjort ham til et selvfølgeligt midtpunkt ved Nanolaboratoriets møder.

Forelæsningen den 22. november var samtidig en afskedsforelæsning, da Finn Berg Rasmussen den 24. november fyldte 70 år. Titlen på forelæsningen var "58 lykkelige år med fysikken", hvor Finn fortalte anekdoter om nogle af de personer han har arbejdet sammen med. Efter forelæsningen underholdt studerende fra FysikRevyen med et par hyldestsange om Finn Berg før instituttet bød på en reception.

Her fra redaktionen vi vi også have lov til at ønske Finn held og lykke med sit otium!