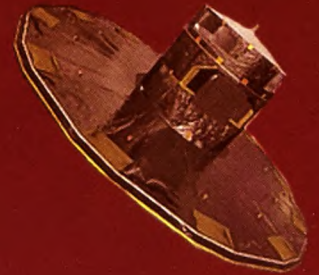


KVANT December 4 2013

Tidsskrift for Fysik og Astronomi 24. årgang

TEMA OM NATURVIDENSKAB OG DIGTEKUNST

- DIGTETS NATUR
- LUKRETS' *OM VERDENS NATUR*
- TYCHO BRAHES LATINSKE DIGTNING
- ØRSTED OG ANDERSEN OG GULDALDERENS NATURFILOSOFI
- FYSIKREVY I 25 ÅR
- BIG BANG POESI



Løssalgspris: 50 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
Facebook  : KVANT.fysiktidsskrift
ISSN (trykt) : 0905-8893
ISSN (web) : 2245-4942

Udgives af

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

Redaktion

Michael Cramer Andersen (ansv. red.),
Christianshavns Gymnasium
Natalia Golubeva,
Aarhus Universitet
Mogens Esrom Larsen,
Institut for Matematiske Fag, KU
Steen Lærke (astro@kvant.dk),
Astronomisk Selskab
Sven Munk (nyhedsredaktør)
John Rosendal Nielsen,
Aurehøj Gymnasium
Jens Olaf Pepke Pedersen,
DTU Space
Finn Berg Rasmussen,
Ørsted Lab, Københavns Universitet
Svend Erik Rugb
Torben Westerberg (korrektur)

Foreningsrepræsentanter

Torben Lund Skovhus (SNU),
Teknologisk Institut

Abonnementspris : 180 kr/år.

Kvant udkommer 4 gange årligt og er medlemsblad for de udgivende selskaber.
Henvendelser vedr. abonnement til forretningsfører Lene Körner tlf. 24 49 42 92 (koerner@kvant.dk).

Annoncepriser

1/1 side: 3600 kr, 1/2 side: 2400 kr
1/4 side: 1600 kr.

Priserne er excl. moms og for reproklart materiale i farver. Henvendelser om annoncer til redaktøren, tlf. 22 67 26 42.

Tryk

HCB Tryk ApS, Brønderslev.
Oplag: 2500.

Produktionsplan

Nr. 1-14 udkommer ca. 15. marts
Nr. 2-14 udkommer ca. 15. maj
Deadline for mindre bidrag og annoncer er ca. en måned før, længere artikler skal modtages to måneder før.

Indhold:

Temanummer om <i>Naturvidenskab og digtekunst</i> <i>Michael Cramer Andersen og Svend E. Rugb</i>	3
Foreningsnyt – foredrag i foråret 2014	4
Digtets natur <i>Anne Gry Haugland</i>	5
Antikkens atomteori og Lukrets' <i>Om verdens natur</i> <i>Anja Bindslev</i>	10
Videnskabsmønter <i>Michael Cramer Andersen</i>	11
KVANT-nyheder <i>Sven Munk</i>	12
Videnskab og lidenskab – Tycho Brahes latinske digtning <i>Peter Zeeberg</i>	13
Aktuelle bøger <i>Michael Cramer Andersen</i>	17
Ørsted og Andersen og guldalderens naturfilosofi <i>Knud Bjarne Gjesing</i>	18
Komet ISONs perihelipassage <i>Michael Quaade</i>	21
Bohr-atomet i populær indbinding <i>Kristian Hvidtfelt Nielsen</i>	22
FysikRevy i 25 år <i>Michael Cramer Andersen og Finn Berg Rasmussen</i>	25
Big Bang poesi <i>Michael Cramer Andersen</i>	28
Gaia-missionens snørklede tilblivelse <i>Erik Høg</i>	30
Planetkalender for København 2014 <i>Martin Götz</i>	35
Interview med Alain Aspect der fik Bohr-medaljen <i>Michael Cramer Andersen</i>	Bagsiden

Billedet på forsiden viser Tycho Brahes slot og observatorium Uraniborg malet af Heinrich Hansen i 1882. Hovedtemaet for dette nummer er *Naturvidenskab og digtekunst* med bl.a. en artikel om Tycho Brahes digtekunst. Øverst til højre ses Gaia-satellitten, der opsendes lige før jul og som vil give vor tids ypperste astrometriske målinger, i stil med det Tycho Brahe opnåede på Hven for godt 400 år siden.



Maleri: Det Nationalhistoriske Museum på Frederiksborg Slot.

Grafik af Gaia: Astrium Toulouse og ESA.

KVANT udsendes gratis, i ét eksemplar, til alle landets gymnasier, seminarier og HTX-kurser med velvillig økonomisk støtte fra Niels Bohr Institutet (KU), Institut for Fysik og Astronomi (AU), Institut for Fysik og Kemi (SDU), Institut for Fysik og Nanoteknologi (AAU) og DTU Nanotech.

Temanummer om *Naturvidenskab og digtekunst*

Af Michael Cramer Andersen og Svend E. Rugh

Fysik i samspil med andre fag

Efter at det udmærkede tidsskrift GAMMA (drevet gennem knap 40 år af generationer af studerende ved Niels Bohr Institutet) desværre er stoppet, er dette tidsskrift, KVANT, så vidt vi ved, det eneste egentlige fysiktidsskrift i Danmark¹. KVANT bringer artikler om fysik og beslægtede fag, ofte om vidt forskellige emner i et givet nummer. KVANT vil også gerne bringe artikler om fysikken i samspil med andre discipliner (fx biologi, science fiction og kunst). Nogle gange samler vi en række artikler sammen i særnumre eller temanumre – og dette nummer er netop et sådant temanummer, hvor vi har samlet en række artikler, der falder inden for samme overordnede tema.

Temaet for dette nummer – *Naturvidenskab og digtekunst* – ligger emnemæssigt lidt i forlængelse af et tidligere temanummer om *Videnskab og kunst* (KVANT nr. 4, december 2009). En anden inspiration har været temadagene for gymnasielærere, om *Naturen i litteraturen*, som Geologisk Museum har været vært for de seneste år.

Temaartikler i dette nummer

Vi indleder med en artikel af Anne Gry Haugland, der tidligere på året forsvarede sin ph.d.-afhandling med titlen *Naturen i ånden*, hvor hun har analyseret naturfilosofien i Inger Christensens forfatterskab. En væsentlig pointe hos Inger Christensen er, at naturen og kulturen ikke bør adskilles så skarpt. Hun siger “idet mennesket udtrykker sig, er det også verden der udtrykker sig”. Mennesket er selv knyttet til naturen, det er opbygget af natur (molekyler) og omgivet af natur (himmellegemer) – alt er natur.

Der er en lang tradition for at formidle naturvidenskabelige erkendelser gennem poesi. Et tidligt og meget berømt eksempel er den romerske digter Lukrets' læredigt *Om verdens natur* fra 1. århundrede f.Kr. Anja Bindselev, der har studeret græsk og latin, giver her en kort introduktion til værket, der med udgangspunkt i antikkens atomteori giver forklaringer på mange af livets store og små problemer.

Tycho Brahe er berømt for sin videnskab, astronomien, men havde også en anden lidenskab idet han skrev digte på latin. Ét af formålene med digtene var, at udbrede hans videnskab. Hans mere private digte var også fyldt med naturvidenskab. Peter Zeeberg har forsket i renæssancens danske latinlitteratur. Han giver en introduktion til Tycho Brahæ's latinske digtning og har til lejligheden oversat flere af digtene fra latin til dansk.

Vi springer nogle hundrede år, til 1800-tallet, hvor bl.a. H.C. Ørsted og H.C. Andersen virkede. Knud Bjarne Gjesing, som har undervist i nordisk sprog og litteratur ved Syddansk Universitet, giver en række fine eksempler på hvordan naturvidenskab og teknik blev beskrevet i litteraturen – særligt hos Ørsted og Andersen, der begge så frem til en tættere forbindelse mellem kunst, religion og videnskab. Gjesing redigerede i 1978 Ørsteds berømte værk *Ånden i naturen*.

Det er ikke kun forbeholdt forfattere og professionelle digtere at udtrykke deres begejstring for natur og videnskab. Mange fysikere finder glæde ved at skrive vers, sange eller digte om fysikkens verden.

I dette Bohr-år bør nævnes, at de unge gæsteforskere, der besøgte Bohrs *Institut for Teoretisk Fysik* på Blegdamsvej, ved flere lejligheder skrev og opførte underholdende tekster om fysik, ofte til ære for Niels Bohr. I 1932 blev der opført en fysikudgave af Goethes “Faust”, som et festspil. Ved Bohrs runde fødselsdage i 1935 (50 år), 1945 og 1955 udkom tre specialudgaver af “Journal of Jocular Physics” med mange underholdende tekster. Det var i den samme humoristiske ånd, at en flok fysikstuderende i København i 1989 stillede sig op på nogle borde og opførte nogle selvkomponerede sange og sketches. Hermed etablerede de samtidig FysikRevy™, der har udviklet sig til ét af fysikstudiets årlige sociale højdepunkter. Flere medlemmer af KVANT-redaktionen var til stede, ved den nyligt afholdte 25 års jubilæumsrevy, og beskriver nogle af de temaer der behandles i revy-sangene.

Temaet afrundes med et lille episk digt om Universets udvikling fra Big Bang til det undrende menneske og hvad der sker med Jorden når Solen brænder ud.

Andre emner i dette nummer

Udover de nævnte temaartikler fejrer vi fortsat Bohr-året med en artikel af Kristian Hvidtfelt Nielsen om hvordan Bohrs atommodel blev populariseret i årene efter 1913 og hvordan planetmodellen er blevet et ikon for atomer. Symbolet har helt aktuelt fundet vej til én af de fire *Videnskabsmønter*, der blev udsendt i oktober. Erik Høg har tidligere skrevet i KVANT om astrometri udført med bl.a. Hipparcos-satellitten. Han fortæller her om den snørklede tilblivelse af den efterfølgende *Gaia-satellit*, som skal opsendes lige før jul. Vi har en omtale af komet ISONs tætte passage forbi Solen, en planetkalender for 2014, KVANT-nyheder, omtale af aktuelle bøger og et interview med *Alain Aspect*, der modtog Niels Bohr guldmedaljen i oktober.

¹ I Aarhus udgives det meget fine tidsskrift *Aktuel Naturvidenskab*. Men det adskiller sig meget fra KVANT i og med at det dækker alle naturvidenskaberne og de artikler der bringes om fysik er mindre tekniske og rummer fx aldrig meget matematik. KVANT kan derimod godt tillade (ja, vil ofte tilskynde til det) at en artikel antyder hvorledes matematikken i fysiksproget for artiklens emne ser ud – dog uden at artiklen bliver overfyldt af matematiske udregninger.

Foreningsnyt – foredrag i foråret 2014

Dato	Tid	Foredragstitel	Foredragsholder	Forening
27/1	19.15	Planck: På jagt efter fingeraftryk fra Big Bang	Anne Mette Frejsel	AS (Kbh)
3/2	19.30	Planck: På jagt efter fingeraftryk fra Big Bang	Anne Mette Frejsel	AS (Aarh)
10/2	19.30	Det internationale år for krystallografi, hvorfor?	Sine Larsen	SNU
24/2	19.15	Satellitmålinger af Jordens magnetfelt: Fra Ørsted til Swarm	Eigil Friis-Christensen	AS (Kbh)
25/2	17.00	Den mest berømte ligning i videnskabshistorien?	Helge Kragh	VHS
3/3	19.30	Annonceres senere – se www.naturvidenskab.net efter 1. januar		SNU
3/3	19.30	Satellitmålinger af Jordens magnetfelt: Fra Ørsted til Swarm	Eigil Friis-Christensen	AS (Aarh)
17/3	19.30	Lys over den mørke energi med Euclid	Allan Hornstrup	AS (Kbh)
24/3	19.15	Lys over den mørke energi med Euclid	Allan Hornstrup	AS (Aarh)
24/3	19.30	Krystallografi i industriel katalyse	Alfons Molenbroek	SNU
7/4	19.30	Strukturelle studier af biomolekylære komplekser og syntetiske polymer systemer ved anvendelse af små-vinkel spredning, SANS og SAXS	Kell Mortensen	SNU
14/4	19.30	Kepler: En fantastisk synergi mellem exoplaneter og variable stjerner	Karsten Frank Brogaard	AS (Kbh)
28/4	19.15	Kepler: En fantastisk synergi mellem exoplaneter og variable stjerner	Karsten Frank Brogaard	AS (Aarh)
28/4	19.30	Materialekrystallografi	Bo Brummerstedt Iversen	SNU
5/5	19.30	James Webb Space Telescope: De første galakser i Universet	Peter Jakobsen	AS (Kbh)
12/5	19.15	James Webb Space Telescope: De første galakser i Universet	Peter Jakobsen	AS (Aarh)
19/5	19.30	Cellens komplekse verden i et krystallært lys	Poul Nissen	SNU

AS (Kbh): Astron. Selskab (København), Auditorium 4, H.C. Ørsted Institut, Universitetsparken 5, 2100 København Ø (www.astronomisk.dk).

AS (Aarh): Astron. Selskab (Aarhus), Matematisk Inst., Aarhus Universitet, Ny Munkegade 118, Bygn. 1530, Auditorium D2, 8000 Aarhus C.

SNU: Geologisk Museum, Øster Voldgade 5-7, 1350 København K (www.naturvidenskab.net).

VHS: Videnskabshistorisk Selskab, H.C. Ørsted Inst., aud. 10, Universitetsparken 5, 2100 Kbh. Ø (www.math.ku.dk/videnskabshistorie).

Astronomisk Selskab

Foredragenes tema er *Universet set fra rummet*. Danske forskere spiller en aktiv rolle i udforskningen af Universet, som i høj grad afhænger af satellitter og teleskoper i bane om Jorden eller i Solsystemet. I denne foredragsrække sætter vi fokus på fem missioner med dansk deltagelse, som bidrager til udforskningen af Universet fra rummet. Målene for missionerne er alt fra udforskning af det tidlige Univers over udforskning af stjerner og galakser til den mystiske mørke energi og Jordens magnetfelt. I flere tilfælde har missionerne allerede givet enestående resultater og indsigt og meget mere er forhåbentlig i vente i fremtiden. Foredragene afholdes i samarbejde med Folkeuniversitetet og er tilrettelagt af Johan Fynbo og Ole Bjælde.

Selskabet for Naturlærens Udbredelse

Foredragsrækken i foråret 2014 har temaet *Krystallografi*, i anledning af at 2014 er internationalt krystallografi-år, se fx <http://www.iycr2014.org>.

Kontingentet i 2014 bliver: 250 kr. for ordinære medlemmer, 125 kr. for studerende og 750 kr. for virksomhedsmedlemmer.

Den 2. december 2013 tildelte SNU H.C. Ørsted-medaljen i bronze til to inspirerende gymnasielærere i fysik, lektor Peter Arnborg Videsen fra Viborg Gymnasium og HF og lektor emeritus Niels Hartling fra Birkerød Gymnasium. Mere om dette i næste nummer af KVANT.

Kontingentindbetaling for 2014 til Astronomisk Selskab

“Men det skete i de dage, at en Befaling udgik fra Kejser Augustus, at al Verden skulde skrives i Mandtal”.

Med en lettere omskrivning af disse velkendte ord vil kassereren opfordre medlemmer af Astronomisk Selskab til at betale kontingent for 2014.

Kontingentsatser for 2014 er:

- Almindeligt medlemskab: 350 kr.
- Ungdomsmedlemskab (18-26 år): 150 kr.
- Børn og unge under 18 år: gratis

Det relevante kontingentbeløb bedes indbetalt på Astronomisk Selskabs konto i **Danske Bank: reg. 1551, konto 8001081**.

Betaler du kontingent via netbank så **husk** at oplyse Navn(e) og Adresse(r) i kommentarfeltet, ellers kan kassereren ikke se hvem der er betalt for. Betaler du kontingent på posthus eller i et pengeinstitut skal du oplyse foreningens adresse:

Astronomisk Selskab
c/o Steen Traberg-Borup
Nørrebrogade 7A, 3.tv
DK-2200 København N.

Sidste frist for rettidig indbetaling er fredag d. 17. januar 2014. Ønsker du ikke at fortsætte dit medlemskab bedes du oplyse dette til foreningens medlemskontakt Michael Quaade (mq@astronomisk.dk, tlf. 4032 3553).

Medlemmer og familier ønskes en god jul og et godt nytår.

Steen Traberg-Borup
kasserer
steen@traberg-borup.dk

Digitets natur

Af Anne Gry Haugland, Center for Naturfilosofi og Videnskabsstudier, Københavns Universitet

Den danske digter Inger Christensen er kendt for sin optagethed af naturen. Hendes forfatterskab hviler på et natursyn, der inkluderer digtet i naturen: Digtets former er nok noget i sig selv, men de er først og fremmest naturens former. Artiklen introducerer til denne centrale tanke i Inger Christensens naturfilosofi og giver eksempler på, hvordan den udfolder sig i digtenes formsprog.

I et essay fra 1992 med titlen *Hemmelighedstilstanden* [1] skriver Inger Christensen (1935-2009) følgende:

Poesien er bare én af menneskets mange erkendelsesformer, og der går det samme skel ned gennem dem alle, hvad enten det drejer sig om filosofi, matematik eller naturvidenskab. Et skel mellem dem, der tror at mennesket med sit sprog står udenfor verden, og dem der oplever, at et menneske med sprog er en del af verden; og at det derfor bliver nødvendigt at forstå, at idet mennesket udtrykker sig, er det også verden der udtrykker sig.

Citatet rummer nogle af de vigtigste elementer i det, man kan kalde Inger Christensens naturfilosofi. Jeg bruger her ordet naturfilosofi i bredeste forstand som refleksioner over naturbegrebet og over menneskets plads i naturen. Et af de vigtigste elementer i Inger Christensens naturfilosofi er den sammentænkning af natur og kultur, som kommer til udtryk i den sidste del af citatet. Inger Christensen placerer sig således ubetinget på den sidstnævnte side af det skel, hun skitserer. På den førstnævnte side af skellet finder man forestillingen om naturen som noget radikalt anderledes end kulturen. Dette sætter mennesket i en fritsvævende position, hvor kulturen og sproget appliceres på verden "udefra". Inger Christensen ser derimod menneskets sprog og kultur som en del af verden. Hun bruger andetsteds ordene "indfødt" og "indgroet" til at beskrive menneskets position i dette natursyn, hvor kultur, sprog og i sidste ende både kunst og videnskab opfattes som en delmængde af naturen. Mennesket er med andre ord ikke en livsform, der står uden for naturen, men en form for liv, for formdannelse, på linje med resten af naturen. Senere i det citerede essay siger Inger Christensen, "Vi er knyttet til naturens former ved selv at være en af dens mangfoldige former." Hvordan skal det forstås?

Vi kender forestillingen om den menneskelige erkendelses og sprogets forankring i den kropslige erfaring og kroppens væren i verden fra fænomenologien og den kognitive semantik. Men Inger Christensen går skridtet videre og ser dette som et grundvilkår, vi deler med alt liv: Alt liv må aflæse verden og forme sig derefter for at overleve, og det menneskelige sprog (hvad enten det drejer sig om videnskabens eller kunstens sprog) er blot en særlig raffineret variant af dette grundlæggende semiotiske livsvilkår².

I den citerede passage samler Inger Christensen poesi, filosofi, matematik og naturvidenskab under ét begreb, nemlig "erkendelsesformer". Kunst og videnskab kan således begge ses som måder at forstå vores møde med den verden, vi bebor. Men dermed også billedligt talt som *naturens forsøg på at forstå sig selv* i den forstand, at hele vores måde at tænke på og lave sprog på, hvad enten det er matematiske formler eller digte, også betragtes som en af naturens formdannelser. Sproget er nok en form, en struktur i sig selv, men samtidig en form, der ligger i forlængelse af den verden, det beskriver. Og digteren er nok skabende og kreativ med sproget, men digtets undersøgelse af sproget og af verden kan i lige så høj grad opfattes som naturens selvrefleksion. Når vi tænker over verden gennem sproget, er det også verden, der tænker over sig selv. Forstået på denne måde er kunsten og videnskaben nok forskellige, men også grundlæggende beslægtede.

Systemer – vækst, tal og spiraler

Inger Christensens naturfilosofi bygger altså på forestillingen om, at sproget så at sige er indlejret i en større orden. En forestilling, som er gennemgående i forfatterskabet, og som Inger Christensen ikke mindst arbejder med på det formmæssige plan i sine digte. Både i de enkelte digte og i værkernes overordnede form, deres storform. Inger Christensen er kendt for sin udbredte brug af systemer som styrende for værkernes form. Og det vel at mærke systemer, der oftest har referencer til naturens processer eller til matematik.

²Semiotik er studiet af tegn. I forbindelse med Inger Christensens naturfilosofi er især den variant af semiotikken, som kaldes biosemiotik, interessant. Biosemiotik, læren om hvordan hele den levende natur er båret af semiosis, er en ny videnskab, eller rettere metavidenskab. Metavidenskab i den forstand at biosemiotikken ikke modsiger den traditionelle naturvidenskab, men tilbyder en ny, overordnet forståelsesramme for beskrivelsen af levende systemer. Den danske biokemiker Jesper Hoffmeyers doktorafhandling *Biosemiotik* fra 2005 [2] er den første større introduktion til feltet på dansk grund, men begrebet biosemiotik har optrådt i artikler fra 1990'erne, og den biosemiotiske idé har rødder, der går længere tilbage. Biosemiotikken ligger i sine grundantagelser snublende nær nogle af Inger Christensens formuleringer, og den befinder sig samtidig både historisk og geografisk tæt på forfatterskabet.

Det gælder ikke mindst for hovedværkerne *det* (1969), *Alfabet* (1981) og *Sommerfugledalen* (1991) [3]. I *det* vokser værket frem som en celledeling fra ordet “det” med tallene tre og otte som gennemgående princip. *det* er altså skrevet som en litterær skabelsesberetning, en iscenesættelse af en ord-verden, der fra ordet “det” vokser frem, først med grundstoffer, planter, liv og senere kultur i form af byer, sprog og samfund. Kulturen vokser i *det* altså frem som et resultat af et system, der opfører sig som en organisk celledeling. Det pulserende og organiske vækssystem i *det* er på den måde den ultimative sammenblanding af kultur og natur, hvor en af pointerne er, at en kultur, der forstener og dør, bliver destruktiv og krigerisk, også er en form for natur.



Figur 1. Tydelige spiralmønstre i en solsikke (Wikipedia).

I *Alfabet* mødes to systemer, nemlig alfabetet og Fibonacci's talrække. Fibonacci's talrække er en talrække navngivet efter den italienske middelaldermatematiker Leonardo Fibonacci, som beskrev rækken. Det er en talrække, hvis indbyrdes forhold mellem tallene går igen i en lang række af naturens former, fx spiralmønstre i kogleskæl og solsikker (se figur 1). Forholdet mellem tallene i talrækken nærmer sig også det forhold, man kalder “Det gyldne snit”. Altså en talrække som går igen i såvel naturens som kulturens formsprog. Fibonacci's talrække er defineret ved, at hvert tal i rækken er summen af de to foregående tal. Talrækkens første 10 tal er således 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 og 89. I *Alfabet* kombineres de to principper på en sådan måde, at bogstavet a får 1 verslinje, hvor ordene begynder med a, b får 2 linjer, hvor ordene begynder med b, c får 3, e får 5 osv. Alfabetet og talrækken skaber tilsammen en ordverden af fænomener, som nok findes, men som samtidig synes i fare for at forsvinde i lyset af den kolde krigs trussel om den altudslettende bombe. En slags litterær rødliste over verden, om man vil.

I disse værkers storform er der en åbenlys forbindelse mellem natur- og sprogfænomener. Men brugen af systemer peger også på forestillingen om sproget som en indlejret del af naturen: Ved at underkaste sin digteriske form systemets ydre krav bliver det ikke udelukkende digterens frie kreativitet, der bestemmer,

hvordan digtet ser ud. Brugen af systemer er altså en måde, hvorpå digteren kan lade noget andet styre formen i digtet – lade sit formsprog indgå i et allerede givet formprincip og dermed mime dette særlige forhold mellem sprog og natur.

Vender vi os mod *Sommerfugledalen*, Inger Christensens sidste digtsamling fra 1991, finder vi som system for digtsamlingen en klassisk litterær form, nemlig sonetkransen. Umiddelbart ikke et system, der på samme måde som de foregående peger på naturen eller matematikken. Men i Inger Christensens pen rummer også denne traditionsrige litterære form naturfilosofiske pointer. For at kunne få øje på disse pointer må man først forstå selve systemet i en sonetkrans.

Sonetkransens system

En sonetkrans består af femten sonetter, der hænger således sammen, at den sidste linje i hver sonet danner begyndelseslinje i den næste. Den fjortende sonet slutter med den første sonets begyndelseslinje og binder på denne måde de første fjorten sonetter sammen i en ring eller en krans (se figur 2). De fjorten forbundne sonetter krones til sidst af mestersonetten, der består af alle begyndelseslinjerne fra de foregående fjorten sonetter. På den måde er mestersonetten både en gentagelse af de foregående fjorten sonetter og en ny, selvstændig sonet.

Desuden er den enkelte sonet – igen ifølge traditionen – kendetegnet ved en vending over midten (kaldet en volta) forstået på den måde, at sonettens to første strofer præsenterer et billede, som de to afsluttende strofer udlægger. Når sonetten indgår i en sonetkrans, kommer det til at betyde, at den enkelte sonets “resultat” hele tiden underkastes en ny refleksion i en slags poetisk feedback-mekanisme. Det kommer også til at betyde, at mestersonetten koncentrerer konklusionerne fra de fjorten foregående sonetter og løfter dem til en ny erkendelse.

Hos Inger Christensen er første og sidste sonet (mestersonetten), i denne meget komplekse form, givet i boksen på næste side.

Gennem de 15 sonetter i *Sommerfugledalen* diskuteres sommerfuglens traditionelle symbolske betydning som sjælen, der frigjort fra sit jordiske legeme stiger til vejrs til et evigt liv i det himmelske paradis³. Diskussionen foregår via et jeg, der forsøger at forstå, hvorfor mødet med en flok sommerfugle en varm dag i en dal i Makedonien virker så fortryllende på hende. Sommerfuglens traditionelle symbolske betydning spiller en stor rolle i *Sommerfugledalen*. Sommerfuglen og dens forvandling fra jordbunden larve til skønt vinget væsen er et gammelt symbol for sjælen, der efter døden frigør sig fra sit jordiske legeme og stiger til vejrs til et evigt liv i det himmelske paradis. Jeg'et i *Sommerfugledalen* spørger, om det er dette løfte om evigt liv, der gør mødet med sommerfuglen så fortryllende, så fantastisk. I processen med at svare på dette spørgsmål spiller netop sonetkransformen en afgørende rolle.

³Som det fx beskrives i artiklen “sommerfugl” i Gyldendals store danske encyklopædi (www.denstoredanske.dk).



Figur 2. Den overordnede struktur i en sonetkrans, der består af fjorten sonetter, som er indbyrdes forbundne, og en afsluttende, samlende mestersonet (i midten). Se første og sidste sonet (mestersonetten) i Inger Christensens sonetkrans *Sommerfugledalen* i boksen nedenfor.

fra Inger Christensens *Sommerfugledalen* (1991)

(første sonet og mestersonetten)

Sonet I

De stiger op, planetens sommerfugle
som farvestøv fra jordens varme krop,
zinnober, okker, guld og fosforgule,
en sværm af kemisk grundstof løftet op.

Er dette vingeflimmer kun en stime
af lyspartikler i et indbildt syn?
Er det min barndoms drømte sommertime
splintret som i tidsforskudte lyn?

Nej, det er lysets engel, som kan male
sig selv som sort Apollo mnemosyne,
som ildfugl, poppelfugl og svalehale.

Jeg ser dem med min slørede fornuft
som lette fjer i varmedisens dyne
i Brajinodalens middagshede luft.

Sonet XV

De stiger op, planetens sommerfugle
i Brajinodalens middagshede luft,
op fra den underjordisk bitre hule,
som bjergbuskadset dækker med sin duft.

Som blåfugl, admiral og sørgekåbe,
som påfugløjle flagerer de omkring
og foregøgler universets tåbe
et liv der ikke dør som ingenting

Hvem er det der fortryller dette møde
med strejf af sjælefred og søde løgne
og sommersyner af forsvundne døde?

Mit øre svarer med sin døve ringen:
Det er døden som med egne øjne
ser dig an fra sommerfuglevingen.

For sonetkransformen tvinger så at sige jeg'et til stadig selvrefleksion: Hver gang jeg'et har tolket sin oplevelse i den ene sonet, underkastes resultatet en ny undersøgelse i den næste sonet. Det er altså sonetkransformen og jeg'et *tilsammen*, der udgør værket's drivkraft – formen *handler* med jeg'et. Og jeg'et får via formen en indsigt, som måske hverken jeg'et eller læseren havde haft modet til at se i øjnene på egen hånd, men som sonetkransformen så at sige tvinger frem: Nemlig dødens tilstedeværelse midt i det symbol, der skulle holde dødsangsten i skak. "Det er døden som med egne øjne, ser dig an fra sommerfuglevingen" som det hedder i mestersonetten.

Der er to aspekter ved selve sonetkransformen, som *Sommerfugledalen* i særlig grad udnytter, nemlig feedbackstrukturen og lighedsforholdet mellem del og helhed. Feedbackstrukturen spiller som vist ovenfor en afgørende rolle i jeg'ets undersøgelse af sommerfuglesymbolet, når formen konstant tvinger jeg'et til at underkaste sine egne overvejelser en fornyet refleksion. Samtidig sætter *Sommerfugledalen* fokus på forholdet mellem del og helhed i sonetkransen, nærmere bestemt den selvsimilære lighedsrelation, som formen rummer. Ved selvsimilær menes, at delen ligner den helhed, den indgår i. Således både samler og ligner mestersonetten de foregående fjorten sonetter i en næsten fraktal struktur – den er en helhed af dele, der ligner helheden. Den selvsimilære lighedsrelation går også igen i en stor del af *Sommerfugledalens* billedsprog, således at storform og billedsprog tilsammen skaber et litterært univers med mange niveauer, der er indlejret i hinanden og samtidig afspejler hinanden. Som sådan afspejler sonetkransformen Inger Christensens syn på forholdet mellem natur og sprog: Sproget er en del af naturen, der samtidig gentager naturen.

Isomorfi og skala i Inger Christensens naturfilosofi

En vigtig pointe ved den selvsimilære lighedsrelation er, at den kun er synlig, når man foretager et spring i skalaforhold – det er med andre ord kun i springet mellem del og helhed, at ligheden træder frem. Denne tænkning i skalaforhold, i niveauer og i relationer mellem del og helhed, karakteriserer både naturfilosofi og formsprog hos Inger Christensen. Ikke bare i *Sommerfugledalen*, men i forfatterskabet i det hele taget. Men det, at man kan finde ligheder ikke alene på tværs af natur- og kulturfænomener, men også på tværs af forskellige skalaforhold gør ikke, at verden af den grund bliver overskuelig og gennemskuelig. Det er således en vigtig pointe hos Inger Christensen, at ligheden mellem del og helhed ikke er en orden, der tilsidesætter det uordentlige og gør verden forudsigelig og forståelig – tværtimod kunne man næsten sige. Inger Christensen peger snarere på en stadig vekselvirkning mellem kaos og orden på alle niveauer og på, at det, der går igen på alle niveauer – den lighed, der er niveauerne imellem – netop er relationen mellem orden og uorden, mellem form og formløshed, mellem liv og død. Et enkelt citat fra et andet essay, *Realiternes mysterium*,

fra samlingen *Hemmelighedstilstanden* (jvf. [1]) kan illustrere tankegangen:

[...] solen, der som et buldrende bål gennem årmillioner ødelægger sig selv, skaber liv. I det vi kalder en evighed ankommer sollyset med nøjagtig den forsinkelse, der skal til for at skabe liv på jorden og opretholde det. Ikke evigt liv for den enkelte. Men evigt liv for den sammenhængende helhed, i en slags ligevægtstilstand mellem liv og død. I solens forstand evigt. Indtil solen slukkes. Sådan bor vi i en verden hvor skabelse og nedbrydning pulserer som sider af hinanden i en storslået natur.

Passagen skelner mellem det lokale og det globale niveau: På individets niveau (i "menneskehøjde", som det hedder senere i samme essay) er døden endelig. Det enkelte individ indgår for en tid som liv, hvorefter det dør og opløses. Men i det globale perspektiv indgår individernes liv og død i et stadigt pulsslag, som – fordi Solen er forudsætningen for livet, som vi kender det – har samme livslængde som Solen. I den helt store skala ses vekselvirkningen mellem liv og død som en ligevægtstilstand, der eksisterer, så længe Solen eksisterer. Hos Inger Christensen er forestillingen om evigt liv for den enkelte i kristen forstand på denne måde erstattet med en evighedsforestilling, som ikke knytter sig til det individuelle liv, og som har Solens levetid som mål for evighedens længde. Samtidig fremhæves det, at også dette skalaforhold har sin begrænsning: Det er kun i forhold til Solen, at ligevægtstilstanden mellem liv og død kan siges at være evigt. I et endnu større perspektiv har også Solen sin tid, og hvad der i dette perspektiv skal forstås som evighed – hvis begrebet overhovedet giver mening i den sammenhæng – ligger uden for vores rækkevidde, vores skalaforhold, at have begreb om. I et naturfilosofisk perspektiv relativiseres den menneskelige skala i ekstrem grad (ligesom i fysikkens verdensbillede), og det bliver på den ene side svært at fastholde, at mennesket er altings målestok samtidig med, at det bliver klart, at mennesket ikke kan gøre andet end at se verden i sit eget billede.

Samtaler med naturvidenskaben

Inger Christensen lægger sig med sit syn på naturen tæt op ad en række tendenser i den samtidige naturvidenskab, og hendes optagethed af systemer kan ses som en del af et større opgør med måden at tænke "form" på, som foregår i naturvidenskaben og i krydsfeltet mellem naturvidenskab, filosofi og kunst fra 1960'erne og frem. Man kan altså se Inger Christensens forfatterskab som del af nogle tendenser til en generel revision af naturopfattelsen, som også finder sted uden for litteraturens verden i de årtier, hvor forfatterskabet bliver til.

De tendenser, der er tale om i forbindelse med Inger Christensen, finder vi udtrykt i det, der kaldes "De nye videnskaber": En samlebetegnelse for en række nye retninger i de sidste 40-50 års naturvidenskab, se fx [4] og [5]. Det drejer sig om forskningsfelter som kaos- og

katastrofeteori, kompleksitetsforskning og fraktalgeometri. Det er forskningsretninger, som bl.a. har bragt en ny interesse for forholdet mellem del og helhed med sig, og som derigennem har afdækket universelle formprincipper, der overskrider de klassiske grænser mellem kultur og natur. En vigtig faktor i denne udvikling var computerens gennembrud som forskningsredskab. Computeren gjorde det ikke blot muligt at regne på systemer af meget større kompleksitet og over meget længere tid, end det før havde været muligt. Den rolle, som matematikken altid har spillet i bl.a. fysikkens evne til at forudsige fænomener, eksploderede så at sige med computeren, der pludselig var i stand til at gennemregne og ikke mindst visualisere mulige verdner og udviklingsprocesser. Computeren gjorde det således også muligt at skabe visuelle modeller af disse systemer, hvilket uden tvivl øgede "De nye videnskaber" offentlige gennemslagskraft. Især fraktalgeometrien vakte opsigt også uden for naturvidenskabens verden med sine smukke billeder af sære figurer som Mandelbrot-mængder, stjerneåger og søhestehaler. Her blev det muligt visuelt at rejse ind i en matematisk proces og der se noget, der ligner naturlige former – og at se former, der gentager sig på tværs af skalaforhold. Fascinationen af den altomfattende isomorfi (lighed i form eller struktur), som i *Sommerfugledalen* (ja, i forfatterskabet i det hele taget) tolkes som en drift, en "lighedstrang" i mennesket, finder vi også i naturvidenskabens.

En anden forestilling, som Inger Christensens naturfilosofi deler med "De nye videnskaber", er forestillingen om skabelse af form, som noget, der kan udspringe af stoffet selv. I "De nye videnskaber" finder vi denne forestilling om stoffets selvorganisering i begrebet *emergens* (om emergensbegrebet se fx [6] eller [7]), der netop dækker over det forhold, at når enkeltelementer vekselvirker, kan nye egenskaber opstå, som ikke kunne forudsiges ud fra kendskabet til enkeltelementerne. Der opstår ny form, ny orden, i selve den vekselvirkende proces. Emergens er blevet opfattet som indførelsen af et kreativt element i naturen i den forstand, at naturen kan skabe noget, der ikke er implicit i dens tidligere stadier. Det er en form for skabelse, som også *Sommerfugledalen* kredser om mod slutningen af sonetkransen: Her præsenteres læseren for et transformeret landskab. Et landskab, der fungerer som et alternativ til sommerfuglens traditionelle symbolske habitat forstået som et landskab med en skabende Gud foroven, der giver liv til stoffet, til støvet: Det støv, som mennesket igen bliver til, når det dør, og sjælen frisættes fra sit jordiske hylster og stiger til himmels som en sommerfugl, der forlader sin puppe. *Sommerfugledalens* landskab er derimod ved sonetkransens slutning et landskab uden en skaber. Et landskab, der er karakteriseret ved skift i skalaforhold, ved lighedsrelationer ikke blot mellem verdens fænomener, men også mellem del og helhed og mellem sprog og verden og endelig ved en skabelse, der udspringer af stoffet selv. "Støvet løfter sig" som det hedder i *Sommerfugledalens* fjortende sonet. Inger Christensens naturfilosofi rummer således et natursyn, hvor mennesket er en del af naturen, en indfødt i verden.

At leve som indfødt i verden er at besinde sig på, at vi som mennesker ikke er hævet over naturen, men indgår i den med al dens kaos og død. Men at leve som en indfødt i verden er også at være en del af skønheden i naturen, ikke blot af nedbrydning og forfald, men også af skabelse og orden. Kunstens former bliver da ikke pynt på naturen, men en naturlig proces.

Et forfatterskab som Inger Christensens lægger altså op til, at man ikke ser litteraturen og naturvidenskaben som to adskilte områder, men som interagerende forsøg på at forstå naturen både i og omkring os. Inger Christensens naturfilosofi skal således ikke ses som en isoleret del af et forfatterskab. Inger Christensen skal snarere ses som en digter, der bidrager til en væsentlig naturfilosofisk drejning i sin samtid, og som ikke mindst fortolker, hvad det vil sige at være menneske, når mennesket for alvor bliver en del af en natur, hvor skaberkraften fra oven udfordres af stoffets egen evne til selvorganisering – og hvor mennesket og dets sprog ikke hæver sig over naturen, men forstås som en del af naturens formdannelse.

Litteratur

- [1] Inger Christensen, *Hemmelighedstilstanden* (essay-samling). Gyldendal 2000.
- [2] Jesper Hoffmeyer, *Biosemiotik. En afhandling om livets tegn og tegnenes liv*. Forlaget Ries 2005.
- [3] Inger Christensen, *Samlede digte*. Gyldendal 1998.
- [4] Simo Køppe, *Virkelighedens niveauer. De nye videnskaber og deres historie*. Gyldendal 1990.
- [5] Ib Ravn (red. sammen med Claus Emmeche, Simo Køppe, Frederik Stjernfelt og Jan Teuber), *De nye videnskabers ord. 200 opslag fra attraktor til økosystem*. Munksgaard/Rosinante 1994.
- [6] Om emergensbegrebet se fx David Blitz, *Emergent Evolution*. Kluwer 1992 (gennemgang af emergensbegrebets historie).
- [7] Steven Johnson, *Emergence. The Connected Lives of Ants, Brains, Cities, and Software*. Schribner 2001 (populær gennemgang af emergensbegrebets relevans for "De nye videnskaber").

Anne Gry Haugland har en ph.d.-grad fra Københavns Universitet med afhandlingen "Naturen i ånden" om naturfilosofien i Inger Christensens forfatterskab. Hun har gennem flere år arbejdet i krydsfeltet mellem kunst og videnskab og været fokuseret på grænsefladerne mellem de erkendelsesformer, som de to områder rummer. Anne Gry Hauglands nuværende forskningsprojekt "Kunstens poetik" omhandler refleksionsbegrebet i feltet "Artistic research", og det udføres i samarbejde med Det Kongelige Danske Musikkonservatorium og Center for Naturfilosofi og Videnskabsstudier, Københavns Universitet.



Antikkens atomteori og Lukrets' *Om verdens natur*

Af Anja Bindslev, Solrød Gymnasium

Man kommer ikke uden om den romerske digter Lukrets' læredigt *Om verdens natur*, hvis man ønsker en sammenhængende gennemgang af antikkens atomteori og det materialistiske livssyn som filosofen Epikur afledte heraf. Her behandles mange aspekter af menneskelivet, bl.a. at mennesket ikke behøver at frygte guderne eller døden.

Læredigt baseret på atomteori

Mange har hørt om, at der var atomteorier allerede i antikken. Der er bare ikke overleveret meget, som de antikke atomister selv har skrevet. Det begrænser sig til 3 breve og en samling fragmenter. Hvis man ønsker en sammenhængende gennemgang af en antik atomteori skrevet i antikken, er det altså den romerske digter Lukrets' *Om verdens natur* [1], man skal gå til.



Lukrets, hvis fulde navn er Titus Lucretius Carus, levede fra ca. 94-55 f.v.t., og man ved forbløffende lidt om ham. Hvad, man ved, er, at han skrev et digt til Memmius, som man formoder er den samme Memmius, der var prætor, den øverste romerske embedsmand, i 58 f.v.t. Heksameterdigtet, med titlen *De rerum natura*, har et usædvanligt emne, nemlig Epikurs filosofi, som Lukrets skildrer i 6 bøger. Første bog handler om selve atomteorien, anden bog om atomernes bevægelse, tredje bog om sjælen, fjerde bog om sanserne, femte bog om verden og sjette bog om meteorologi og sygdomme.

Men hvem er så denne Epikur, hvis filosofi digtet bygger på? Epikur blev født i 341 f.v.t. og voksede op på Samos, men kom til Athen, da han var 18 år. I en alder af 32 år (309 f.v.t.) grundlagde han sin skole. Først i Mytilene, senere i Lampsakos og til sidst flyttede han den til Athen, hvor han døde i 271-0 i en alder af 72 år. Epikur skulle have forfattet 300 bogruller, men der er kun bevaret 3 breve samt fragmenter. Lukrets' læredigt er derfor en vigtig kilde til Epikurs filosofi, som bygger videre på Abderaskolens teorier og tanker.

Abderaskolen er en samlet betegnelse for naturfilosofferne Leukippos og Demokrit, der begge holdt til i byen Abdera. Opfindelsen af atomteorien tillægges Leukippos af både Aristoteles og Theofrast. Demokrit, født ca. 460 f.v.t., var efter al sandsynlighed elev af

Leukippos, men det er svært at skelne mellem dem, da der intet er bevaret af Leukippos og kun fragmenter af Demokrit. Siden antikken har der været en tendens til at tilskrive Demokrit det meste, men det vides ikke præcist, hvad han bidrog med. For at undgå spekulationer om hvem, der har tænkt hvad, kan man altså tage dem samlet under betegnelsen Abderaskolen.

Epikurs filosofi byggede altså videre på traditionen fra Abdera, men ikke uden modifikationer. Aristoteles, 384-322 f.v.t., kritiserede nemlig Abderaskolens filosofi, og Epikur var nødt til at forholde sig til den kritik. Derfor uddybede han på nogle punkter, modificerede andre og kom med nye tiltag.

Lukrets' digt formidler det epikuræiske verdenssyn og dermed også, hvordan epikuræerne mente, mennesker burde forholde sig til verden. Det højeste gode i Epikurs filosofi er at opnå ataraxia, sjælefred, og værkets primære formål er at befri Memmius for frygt, så han kan opnå denne sjælefred. Dette gør han ved at indse naturens rette sammenhæng.

Frygt ikke guderne

En konsekvens af filosofien var, at mennesker ikke behøvede at frygte guderne. Epikurs filosofi er ikke ateistisk, da Lukrets, og dermed Epikur, ikke afviste, at guderne eksisterede, men det var ikke nødvendigt at frygte dem: Guderne lever i fred og får alt de behøver fra naturen (3. bog, v. 14-27). De lever uden for vores verden og har ikke skabt verden og har ingen indflydelse på verdens gang. Guderne er altså helt selvtilstrækkelige, og derfor kan de ikke påvirkes af mennesker eller påvirke andet (5. bog, v. 146-234). Ræsonnementet er, at da de er lykkelige, er der ikke noget, der skulle få dem til at ønske at ændre verden (5. bog, v. 168-173). Et andet argument findes i 2. bog, v. 177-181:

verdens natur er ikke skabt efter gudernes ordre,
ikke af hensyn til os – den er jo så hensyns-løst ordnet.

Når mennesker indser, at naturen er indrettet uden guder, der styrer den, bliver de befriet for den ubegrundede frygt for guderne (1. bog, v. 146-148).

Døden

En anden konsekvens af atomteorien er, at mennesker ikke behøver at frygte døden. Sjælen og livsånden er en helhed, som fysisk er en del af kroppen. Den tænkende del af sjælen, forstanden, befinder sig fysisk i midten af brystet (3. bog, v. 136-142):

Ja nu skal du høre: Sjæl og livsånd holdes forenet fast med hinanden, de danner en helhed intet kan bryde. Dog, dens hoved, og den der behersker kroppen som helhed, det er den tænkende kraft vi kalder for sjælen, forstanden. Den har sit faste sæde nøjagtig i midten af brystet. Angst og frygt huserer jo der, i den del af kroppen dvæler glæden – her har forstanden og sjælen da hjemme.

Resten af kroppen er bygget op af krops- og sjæleatomer i forening med hinanden (3. bog, v. 323-332). Den logiske konsekvens af, at kroppen består af atomer, der ikke kan opstå og gå til grunde, er derfor, at når døden indtræffer, spredes de atomer, kroppen består af og kommer til at indgå i nye atomsammenhænge. Den konstellation af atomerne, der netop har defineret en bestemt person, ophører med at eksistere, og dermed er et liv efter døden udelukket (3. bog, v. 548-579).

Søvnen

Værket behandler altså en god del aspekter ved menneskelivet, bl.a. også søvn, som ifølge Epikurs lære, kommer sig af, at livsånden i kroppen er blevet slået af vejtrækningen, så den deler sig op; en del flygter ud af kroppen, en del skjuler sig i det indre og en sidste del farer rundt i kroppen og forhindrer døden i at indtræffe. Lukrets forklarer videre, at et stort måltid også slår livsånden så meget, at man vil falde i søvn.

Videre læsning

Summa summarum er Lukrets' *Om verdens natur* en

smuk indføring i Epikurs atomteori. Den danske oversættelse er overskueligt bygget op med overskrifter, der gør det let at navigere i teksten. Den er desuden forsynet med en ganske interessant indledning. Her gennemgås overleveringshistorien, digtets opbygning, Lukrets' stil og værkets betydning op gennem historien. Lukrets' læredigt er skrevet på daktylisk heksameter og ligeledes er den danske oversættelse på daktylisk heksameter.

Ønsker man at gå *ad fontes* (til kilderne) findes der en særdeles god og kommenteret latinsk udgave [2].

Litteratur

- [1] Lukrets, *Om verdens natur*. Oversat af Ellen A. Madsen og Erik H. Madsen. Det lille forlag 1998 og 2013.
- [2] Cyril Bailey (editor), *de Rerum Natura* by Titus Lucretius Carus. Oxford University Press 1966.
- [3] Anja Larsen (Bindslev), *Atomteorier i antikken*, <http://atomteori.azurewebsites.net>



Anja Bindslev underviser i latin og oldtidskundskab ved Solrød Gymnasium. Hun har formidlet antikkens atomteorier på websiden [3].

Videnskabsmønter

I anledning af 100-året for Bohrs atommodel udsendte Nationalbanken den 7. oktober – på Niels Bohrs fødselsdag – fire *Videnskabsmønter* med værdien 20 kr. (og særlige udgaver i sølv med værdien 500 kr.):



Figur 1. De fire Videnskabsmønter med motiver af videnskabelige teorier af de fire danske videnskabsmænd: Tycho Brahe, Ole Rømer, H.C. Ørsted og Niels Bohr.

Mønterne blev præsenteret ved et arrangement på Niels Bohr Institutet, hvor direktør Robert Feidenhans'l i sin velkomst bl.a. citerede Jens Martin Knudsen (1930-2005) for at have sagt, "Jeg har tænkt meget på, når nu jeg går på pension, at skrive en danmarkshistorie. Den skal indeholde fire kapitler: Et om Tycho Brahe. Et om Ole Rømer. Et om H.C. Ørsted, og et om Niels Bohr. Og så vil jeg slutte med at skrive, at resten bare er 'footnotes'." Dette illustrerer de fire forskeres betydning.

Direktøren for Nationalbanken, Lars Rohde, sagde bl.a. i sin tale om motivationen, "Temamønter udsendes bl.a. for at markere nationale begivenheder af en vis

kaliber. Danske mønter og pengesedler har en kulturbærende rolle, som ses i hvilke motiver der gengives. Det var derfor oplagt at fejre 100-året for Bohrs epokegørende atommodel med temamønter med videnskabelige motiver... Vi var til at begynde med i tvivl om, hvorvidt der kunne blive flotte mønter ud af dette emne, da ikke alle typer motiver egner sig til, at blive gengivet på så lidt plads... Det skulle hurtigt vise sig, at videnskabelige teorier faktisk gør sig rigtig godt på mønter". Niels Bohr Institutet fik som tak for samarbejdet en stor udgave af motivet med Bohrs atommodel og 4 sølvmønter.

Uddannelsesminister Morten Østergaard fremhævede det økonomiske aspekt i sin tale, "Med kvantemekanikken har vi kunnet forudsige en masse egenskaber ved stof som senere er blevet brugt i et utal af ting som vi til dagligt omgiver os med. Fx er al elektronik som findes i moderne apparater og lasere baseret på Bohrs epokegørende opdagelser. Der er faktisk nogle beregninger der siger, at op til 40 % af det globale bruttonationalprodukt kan spores tilbage til Bohrs opdagelse i 1913". Han fortalte om Tycho Brahe: "Da en amerikansk astronaut som turist besøgte Brahmes gamle observatorium Uraniborg på Hven, så var hans umiddelbare kommentar: *So this is where the space program started!*"

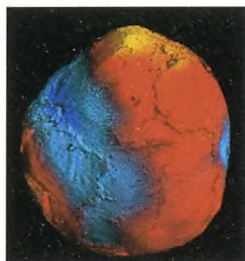
Danske fysikere kan alle glæde sig over den anerkendelse der ligger i Videnskabsmønterne. Der mangler blot en kvinde, fx den danske geofysiker Inge Lehmann.

Michael Cramer Andersen

Af Sven Munk, KVANT

GOCE-missionen afsluttet

GEOFYSIK. Efter fire år i rummet har den europæiske (ESA-) satellit GOCE stoppet sine målinger. GOCE står for "Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer". GOCE-satellitten målte 5 m i længden og vejede 1000 kg. Den bevægede sig i begyndelsen i 255 km højde, men nær slutningen blev højden reduceret til 224 km, hvorved opløsningsevnen blev forbedret.

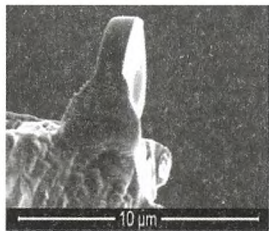


Det vigtigste instrument på GOCE var et gradiometer, som måler gravitationsfeltet i 3 dimensioner med uhyre stor nøjagtighed. Billedet ovenfor viser en 3-D version af Jordens tyngdefelt. Data har været så gode, at det har været muligt at bestemme placeringen af den såkaldte MOHO-diskontinuitet (overgangen mellem kappe og skorpe). Endelig kan nævnes, at instrumentet fungerede som seismometer til at opfange lydbølger i dybhavet, som det japanske jordskælv i 2011 frembragte.

Kilde: GOCE, www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/GOCE.

Linse til røntgenstråling

STRÅLINGSFYSIK. Røntgenstråling kan ikke kontrolleres med linser af glas, således som det er muligt med synligt lys. Vil man koncentrere røntgenstråling eller danne stråler uden divergens, må der benyttes særlige teknikker.



Forskere på forskningscenter DESY, som har adgang til røntgenstrålingskilden PETRA III, har konstrueret en linse, som kan fokusere en røntgenstråle til en plet med en diameter på 5 nm. Dette er ikke mindst interessant i forbindelse med materialeforskning (fx nanotråde til solceller).

Billedet viser et elektronmikroskopbillede af røntgenlinsen. Røntgenlinsen er opbygget som en Fresnel-linse af silicium og wolfram. At der er tale om filigran-arbejde bliver tydelig med oplysningen om, at linseholderen består af en wolfram-tråd med en diameter på 1 mikrometer og linselagens tykkelser angives i nanometer. Efter al besvær kunne forskerne glæde sig over, at de kunne fokusere røntgenstrålingen på en flade med diameter på under 5 nm.

Kilder: F. Döring et al., Sub-5 nm hard x-ray point focusing by a combined Kirkpatrick-Baez mirror and multilayer zone plate, *Optics Express*, Vol. 21, No. 16, 2013; 2) PETRA III, <http://petra3.desy.de>.

Quantum Spin Liquid

FASTSTOFFFYSIK. Det handler om en indtil fornylig ukendt form for magnetisme, som optræder i mineralet Herbertsmithit (altså: herbert-smith-it).



Før mineralet blev fundet for få år siden, var begrebet kvantespinvæske ("quantum spin liquid") dog allerede i 1973 kendt som ren teori. Kvantespinvæsken kan karakteriseres ved, at alle elektroners spin er forbundet med en anden elektrons spin via entanglement.

Materialet er magnetisk, men de elektronspin, som danner magnetfeltet flyder rundt på tilfældig måde, hvorved

det kommer til at minde om en væske. Det er således helt anderledes end fx ferromagnetiske materialer, hvor spin er ordnet i rad og rækker.

Forskerne har endnu ikke fået en fyldestgørende teori for fænomenet, men et team fra bl.a. MIT og Harvard har med en optisk metode skaffet nyttig viden. En ultrakort laserpuls vil via den fotoelektriske effekt få elektroner til at flytte sig i mineralet. Disse vekselvirker med de magnetiske spin, hvorved oplysninger om strukturen afsløres.

Kilder: 1) D.V. Pilon et al., Spin-Induced Optical Conductivity in the Spin-Liquid Candidate Herbertsmithite, *Phys. Rev. Lett.*, vol. 111, nr. 12, <http://prl.aps.org/abstract/PRL/v111/i12/e127401>; 2) Understanding a new kind of magnetism, <http://phys.org/news/2013-09-kind-magnetism.html>.

Mange planeter som jorden

EXOPLANETER. Budskabet lyder: I vor galakse, Mælkevejen vil hver femte sol lignende stjerne have en planet, som minder om Jorden, dvs. planeten har en passende afstand fra stjernen i forhold til stjernens overflade-temperatur.

Baggrunden for dette resultat er en statistisk analyse af data indhøstet over fem år med rumteleskopet Kepler. Kepler har for omkring 150.000 stjerner målt de små intensitetsforskelle der optræder, når en planet passerer en stjernes lysende skive (transit-metoden). Da planeter må antages at kunne rotere om en stjerne på tilfældig måde, vil mange planeter forblive uopdagede. Hertil kommer, at størrelsen af den skygge planeten danner bestemmes i forhold til stjernens lysende areal. Derfor er der behov for at bestemme stjernernes størrelse (lysende areal set fra Jorden). Dette er så sket ved hjælp af de to 10m Keck-teleskoper på Hawaii. 42.000 sol lignende stjerner har på denne måde fået deres diameter bestemt med stor nøjagtighed.

Næste trin i processen har så været at lave en simulering, som kunne vise hvor mange exoplaneter man teoretisk kunne opdage med det måleudstyr (bl.a. Kepler), man havde til rådighed. Et af analyseresultaterne er, at jord nr.2 "i gennemsnit" vil befinde sig 12 lysår væk. Det skal lige noteres, at jordlignende ikke er ensbetydende med, at der findes liv.

Kilder: 1) E.A. Petigura et al., Prevalence of Earth-size planets orbiting Sun-like stars, *PNAS*, 2013; 2) NASA Kepler Results Usher in a New Era of Astronomy, NASA-Press release, 4. nov. 2013; 3) Erik Petigura, Institute for Astronomy, University of Hawaii (Manoa).

Neutroner fra lyn

STRÅLINGSFYSIK. Gennem årene har der været sporadiske meldinger om, at lynnedslag ledsages af røntgenstråling – og endda af neutronstråling. Der har blandt forskere været nogen usikkerhed omkring validiteten af disse udsagn, fordi ingen kunne give en teoretisk forklaring på det beskrevne fænomen. At det tillige er svært at forudsige præcist hvor og hvornår et lyn slår ned, komplicerede situationen.

Nu har fysikere ved Lebedev-instituttet i Moskva frembragt kunstige lyn i laboratoriet i et kammer med luft. Med elektriske impulser hvor den elektriske feltstyrke er ca. 1 MV/m og strømstyrken ca. 10 kA (vel som et middelstort lyn) er det lykkedes at påvise røntgen- og neutronstråling. I gennemsnit skete det ved hver fjerde udladning. Inde i selve udladningen var der i gennemsnit en neutronflux på mere end 10^6 pr. cm^2 pr. skud. Neutronernes energi kunne bestemmes til at ligge i et interval fra nogle få eV til mere end 10 MeV. De genererede neutroner optræder sammen med røntgenstrålingen i strømpulsens indledende fase. Neutrontannelsen synes ikke at være lokaliseret til et enkelt punkt, men spredt over et større område af udladningen.

Forskerne har ingen forklaring på, hvorfor neutronerne dannes. De lover dog at arbejde videre med sagen.

Kilder: 1) A.V. Agafonov et al., Observation of Neutron Bursts Produced by Laboratory High-Voltage Atmospheric Discharge, *Physical Review Letters*, 111, 115003 (12. sep. 2013); 2) A.V. Agafonov, Lebedev Physical Institute (Russian Academy of Science).

Videnskab og lidenskab – Tycho Brahes latinske digtning

Af Peter Zeeberg, *Det Danske Sprog- og Litteraturselskab*

Tycho Brahe (1546-1601) var en mester i at iscenesætte sig selv og sin forskning, med kunst, med arkitektur og ikke mindst med sin digtning. Hans latinske digte var at finde i hans videnskabelige bøger og overalt på hans slot, Uraniborg, der var Nordeuropas førende astronomiske forskningsinstitution. Trods deres funktion som PR for forskeren og hans institution og ultimativt for hans mæcen, kongen, er digtene ofte meget personlige. Omvendt er de mere private digte fulde af naturvidenskab. Artiklen koncentrerer sig især om to eksempler, elegien om Urania fra bogen om den nye stjerne (1573) og kærlighedsdigtet *Urania Titani*, om hans søster Sophies kærlighed til alkymisten Erik Lange.

Uraniborg

Tycho Brahe var en international berømmethed allerede i sin egen tid⁴. Forskere, adelsmænd og fyrster strømmede til Hven for at se manden og hans forskningsinstitution. Og det de så når de ankom, bestyrkede fornemmelsen af internationalt forskningscenter. Slottet, Uraniborg, lå på toppen af øen, midt i det åbne land, omgivet af volde. Indenfor porten lå huset for enden af en snorlige indkørsel gennem en pragtfuld have, som var opdelt i to afsnit, det ene uden om det andet: Yderst en frugthave med æble- og pæretræer, inderst en formel have med sirligt indrettede bede omgivet af lave buxbomhække. Inde i slottet fortsatte indkørslen som en korridor, der gik tværs gennem huset og fortsatte i en tilsvarende indkørsel på den anden side af bygningen. Midt i huset krydsede korridoren en vinkelret korridor, der også havde tilsvarende havegange udenfor. I 1500-tallet opererede man ikke med begrebet 'forskningscenter', men hos Tycho Brahe var man ikke i tvivl om at man var kommet til et centrum – det centrum hvorfra forskeren skaber orden i den omgivende verden.

Tycho Brahe var en mester i selviscenesættelse. Såvel indvendig som udvendig var slottet udsmykket med skulptur, billedkunst og inskriptioner der præsenterede ham selv i præcis den position og den kontekst han ønskede – og det hele blev formidlet til et internationalt publikum gennem træsnit og beskrivelser i hans videnskabelige publikationer [5] og [6].

Indskrifter

Når gæsten nåede frem til døren til det underjordiske observatorium Stjerneborg, lige udenfor volden, blev han mødt af de vers der er vist i boksen (t.h.). Digtet findes i [4] bd. 6, s. 273.

Urania er astronomiens muse. Den lille allegori er ved at løbe over af stolthed over det nye bygningsværk – med to virkemidler. Det ene er at Tycho lader gudinden selv blive imponeret. Han, tjeneren, har overgået sin høje foresatte. Det andet er de effektfulde kontraster: oppe og nede, højt og dybt, himmel og jord, småt og stort. Den selvfølelse det udtrykker, er karakteristisk for Tycho Brahe.



Figur 1. Tycho Brahes slot "Uraniborg" malet af Heinrich Hansen i slutningen af 1800-tallet. Billedet giver et godt og troværdigt indtryk af hvordan det har set ud.

VRANIA hæc cernens terrestria cœlitus antra,
Quæ nova sub terris techna paratur? ait.
Delapsa ingreditur: Cæli quid Sidera celo,
Rursum ait, en tellus in mea Sacra volat?
Hic terræ in gremio quicquid seclussit Olympus
Panditur, has latebras Sidera nulla latent.
Quorsum opus immenso Cœlos distare recessu,
Curve tot abstrusis Æthera volvo rotis?
Si penetrant humiles mea celsa Theatra cavernæ,
Ima etiam tellus si dat in Astra viam.

Eller i en nutidig oversættelse:

Dengang URANIA så disse jordiske huler fra himlen,
udbrød hun: "hvad mon de nu opfinder dybt under jord?"
Hun gled herved og gik ind: "hvorfor skjuler jeg himmelens stjerner?
Nu flyver jorden jo op, op til min helligdoms hjem.
Her i jordklodens skød åbenbares hvad himmelen gemmer,
ikke en stjerne er nu skjult for det jordiske skjul.
Hvad skal det til at der er så umådelig langt til Olympen,
hvorfor skal ætherens løb drejes på lønlige hjul,
når så ydmyge grotter når op til de himmelske sale,
når man i jordklodens dyb finder den himmelske vej?"

⁴Standardværkerne om Tycho Brahe er Victor E. Thorens biografi [1] og John R. Christiansons bog om manden og hans miljø [2]. En mere omfattende oversigt over Tycho Brahes digteriske produktion findes i [3] (på svensk). Alle digtene findes trykt i hans samlede værker [4].

Elegien om Urania

Den slags latinske digte sad altså overalt i huset, og tilsvarende optræder de som indledning eller afslutning i hans bøger. Der var digte alle vegne, også i det mere private liv. Det sidste skal vi vende tilbage til. At de er på latin, bør ikke undre. Tycho Brahe var (en slags) akademiker, og i renæssancen foregik stort set al akademisk kommunikation på latin. Når man havde tilbragt sin barndom i en latinskole og sin ungdom på et eller flere universiteter, hvor latin var undervisningssproget og alle lærebøger var på latin, så var latin ens andet modersmål.

Men det betyder samtidig at man altid havde den klassiske oldtid og den antikke litteratur med sig når man udtrykte sig. Et typisk eksempel er det berømte digt Tycho Brahe satte som efterord i sin debut-bog, bogen om den nye stjerne (*De Nova Stella*, 1573 [7] og [8]). Digtet *In Uraniam* ("Om Urania", oversat og kommenteret i [9]) er igen en allegori, og den er hentet hos den romerske digter Ovid. De første linjer,

Se, der findes et sted ved den strømmende Rønneås bølger,
den der ser det, vil tro muserne bor netop dér.

er et ekko af de første linjer af et digt hvor Ovid skildrer sit litterære valg: En muse kommer og beder ham skrive heltedigte, men hans egen muse redder ham, så han får lov til at skrive kærlighedsdigte. Hos Tycho Brahe er der kun én muse, Urania. Hun præsenterer sin videnskab, både astronomi og astrologi, og forklarer sammenhængen mellem astronomien og kemien. Tilsammen en præsentation af Tycho Brahes videnskabelige univers, men her fremsat af musen. Der er tale om et univers bundet sammen af hvad vi ville kalde okkulte kræfter og analogier. De forskellige dele af verden, himlen, jorden, mennesket, svarer nøje til hinanden. Som Urania udtrykker det i digtet:

...jorden har også sin egen
form for stjerner – en art langt fra i modstrid med min.
Jorden har selv sine sole, såvel som den har sine måner,
og den rummer såmænd stjernernes samlede flok.
Ja, for alt hvad der er foroven, er også forneden,
nok er det hver sin kreds, men deres ansigt er ens.
Stjernerne her på jord kan man tage og føle med hånden
skønt kun ildgudens kunst klart la'r os se deres kraft.
Mine kan øjnene se som de funkler når himlen er skyfri.
Øjnene ser dem, men kun tanken kan se deres kraft.

Derfor kan astronomi og kemi (og medicin, men det siges ikke her i digtet) indbyrdes belyse hinanden. Videnskaberne er lige så sammenhængende som det materiale de beskæftiger sig med. Af samme grund kan man ikke afvise astrologien, og digtet giver en ganske kort præsentation af Tychos nuancerede opfattelse af det emne: stjernerne bestemmer ikke skæbnen, både Gud og mennesker kan ændre på den – men de færreste mennesker har den mentale styrke til det. Man kan læse videre om Tychos Brahes forhold til kemi og astrologi i [10].

Men, siger Urania, det er svært at finde kompetente og interesserede astronomer, så nu beder hun Tycho om at påtage sig opgaven – og viser ham den nye stjerne (*Vulkan*, ildguden, står for kemien):

Nå, hvad venter du på? Tag fat, vis min helligdom ære,
Nu har Vulkan bestemt fået den tid han sku ha'.

...

Ja, tag fat – og hvis ikke du ved hvad du nu skal tage fat på,
så skal du få dig et stof hvor du kan vise geni.

Se, en helt ny stjerne står frem i den højeste æther,
hvor, ved den nordiske pol, Cassiopeia har plads.

En som man aldrig, så langt man kan skue tilbage i tiden,
før har set i det så velkendte stjernesystem.

Hun har valgt ham fordi han er den eneste der magter opgaven. Og hun ved også hvad han skal gøre ved den stjerne:

Dens position på den svimlende vide Olymp skal du måle,
og hvor langt den er væk nede fra jer, skal du se.

Påvis og dokumentér at en grufuld komet er det ikke,
men at stjernernes flok ser den som en blandt dem selv.

Det er naturligvis præcis hvad der foregår i bogen – og hvad der er særligt både ved bogen og ved Tycho Brahes arbejde i det hele taget: Empirisk arbejde, opstilling af hypoteser på grundlag af egne kontrollerede og kontrollerbare observationer. På den måde kan Tycho påvise at stjernen "ikke er en komet", dvs. ikke befinder sig nedenfor månens sfære, men tværtimod er dukket op blandt fiksstjernerne, hvor der ifølge tidens aristoteliske verdensbillede ikke kunne ske forandringer af nogen art.

Her er vi halvvejs i det 232 linjer lange digt. Nu følger Tychos svar. Han har sat sig selv ind i Ovids valgsituation. Det giver moralsk støtte, kan man sige. Men valget er et andet, det er videnskab frem for adelskab. Videnskab blev ikke regnet for en respektabel beskæftigelse for en adelsmand. Men Tycho Brahe gik imod konventionerne. I digtet ser vi adelsmanden vælge sin stands normer fra og videnskaben til:

Andre kan lide, og lad dem blot det, at prale af sejre
og med brovtende røst fremsige højstemte ord,
eller at opremse slægt og æt fra den fjerneste fortid,
selv tage æren for alt det deres aner har gjort.
Andre kan finde behag i kongers og herskeres nåde,
fryde sig over det guld jorden har gemt i sit dyb,
plaget af tom ambition og afsindigt begær efter vinding,
og at bære et stort embedes tyngende åg.
Lad blot dem sætte pris på den rasende Bacchus' bægre,
bægre der stadig bli'r fyldt, fugtige dage på rad.
Mange kan Venus så mild med de yndige øjne bedære
plaget af flygtigt begær efter begærets mani.
Andre har morskab af spil med bemalede kort og med terning,
alt, både penge og tid, ødsler de væk på hasard.
Slet ikke få har lyst til at jage den frygtsomme hare,
lade den hurtige hund fange det flygtende vildt.
Og der er dem der finder det fint at ride behændigt
og at tvinge en vild hest til at trave i ring.

Andet igen kan andre ha' smag for såfremt det er mere
som en fribåren mand per tradition ta'r sig til.
Den slags er åbenbart det der påviser adelig storhed,
ja, den ædleste rang kræver en ædel bedrift!

Over for denne sarkastiske skildring af adelskabets
tomhed sættes videnskaben:

Jeg holder af med min ånd at bestige den tordnendes tinder
og på stjernernes hvælv mønstre de knejsende tegn.
Jeg holder af at iagttage alt hvad der funkler på himlen,
se den skabende Guds værk, så forunderligt smukt.
Dette er menneskets hverv, dét er en guddommelig lykke
som gør os mennesker lig gudernes himmelske flok.
Den der kan lide med sin sjæl at flyve blandt himmelens tinder,
og at nå med sin ånd op mellem stjernerne selv,
han har en lyst der er lig med gudernes, ikke med men'skers,
en der kan løfte hans sind bort fra det jordiske her.

Tonen er religiøs, billedsproget er hentet fra den nyplatoniske mystik. Men følelserne er tydeligt Tycho Brahes egne. Der er indestængt vrede og en vis selvretfærdighed i ordene, men det er holdt sammen af romersk retorik.



Figur 2. Det officielle portræt, der findes i flere af Tycho Brahes bøger, skildrer ham udtrykkeligt som adelsmand, med elefantorden og gyldne kæder, og omgivet af hans tipoldeforældres 16 adelige våbenskjolde. Teksten kalder ham til gengæld for grundlægger af Uraniborg og opfinder af astronomiske instrumenter. Men kombinationen af adel og naturvidenskab slog gnister. At vie sit liv til videnskab var et alvorligt brud med adelens normer – som først for alvor lykkedes da Frederik 2. skar igennem og oprettede det adelige forskningsinstitut på Hven. Foto: Wikipedia.

Et kongeligt projekt

Denne kombination af følelser og beregning er karakteristisk for mange af digtene. Det er i høj grad lejlighedsdigtning, digtning der tjener et formål. Tilsammen skaber de et billede af Tycho og hans institution som førende i Europa. Tycho Brahe er i egen opfattelse den der personligt bærer hele ansvaret for astronomiens fremtid på sine skuldre. I et digt i sit astronomiske hovedværk *Astronomiae Instauratae Progymnasmata* (1602) taler han til den følgende generation af astronomer. Hvis ikke de støtter op om ham, risikerer man at hele himmelen ramler (tekst [4], bd. 2, s. 302):

Afvend den skændsel, og kom til hjælp mod den truende fare.
Saml al kraft og følg mig til vejs på den knejsende himmel
så vi mens der er tid, kan lukke begyndende sprækker
og stive himlenes hvælvinger af med friskere bjælker.
Det er nu det skal ske, før maskineriet forfalder.

Selvscenesættelsen er karakteristisk for tiden. Og der er bestemt ikke (kun) tale om selvhævdelse eller stordhedsvanvid. Uraniborg var et kongeligt projekt. Frederik 2. postede enorme summer i institutionen, og det han fik igen, var i høj grad PR. Hele Europa fik at vide at Danmark var en stor kulturnation der kunne frembringe, og investere i, verdens største astronom. Gang på gang hører vi i Tychos digte hvordan Urania/astronomien endelig har fundet et hjem i Danmark. Resten af verden afviser hende, men i Danmark kan hun ikke alene bo, men også opnå ting hun aldrig har opnået før. Andre digtere skrev lignende litteratur om Frederik 2. som litteraturens beskytter, og ikke mindst som forkæmper for den rette lutherske tro. Men hos Tycho Brahe møder vi et ganske særligt personligt engagement. Personen er ét med projektet – og personen er en yderst selvbevidst adelsmand.

Et kærlighedsdigt

Naturvidenskab og Tycho Brahes plads i den er i fokus overalt i hans poesi, også når tematikken skifter og han en enkelt gang skriver et kærlighedsdigt. Det drejer sig om det 600 linjer lange digt *Urania Titani* [10] om søsteren Sophie Brahes kærlighed til alkymisten Erik Lange. Erik (her under navnet Titan) er rejst bort i sin jagt efter guldets gåde. Sophie (kaldet Urania) sidder tilbage og længes. Alkymien er hendes rival, det er den der har taget den elskede fra hende. Og rivaliteten bliver helt korporlig:

Når du med værkende svælg indånder de kvalmende dunster
som på en gang dit kul og dine stoffer gir fri,
føles det ikke som om dit bryst sygner hen og bli'r svækket,
brystet der ganske bestemt helst burde hvile mod mit.
Og jeg ved hvad jeg taler om nu, jeg har prøvet det hele,
alt det man udsættes for både af stoffer og kul.
Ak, hvor tit bli'r du ikke beskidt på ansigt og læber,
søde små læber som helst kun burde tilhøre mig.
Ofte får hele din krop plamager og skjolder hvor huden
før var så blød og hvid, ganske som nyfalden sne.

Det er ganske klart hvad Urania/Sophie er ude på og

det bliver endnu klarere i det følgende. Når alkymien er rivalen, må man kæmpe på dens betingelser, og det vil sige med videnskabelig argumentation. Alkymien handler grundlæggende om at skabe de vises sten, den essens der (bl.a.) kan forvandle simple metaller til guld. En af teorierne om den proces er at den skal være analog med den menneskelige forplantning:

Ægteskab svarer det til, til når mand og kvinde forenes
varsomt krop imod krop midt i den frugtbare seng.
Og hvis engang det lykkes de to at skabe et afkom,
siger de, spejler det barn ganske den lønlige sten.
Ligesom fosteret næres af blod i livmorens hule,
sådan skal væde jo til når man skal skabe vor sten.
Ligesom barnet skal ha sin egen beherskede varme,
hvori det fugtigt og lunt modnes ved lempelig ild,
sådan behandler de stenen med mild og lempelig varme,
efter naturens model, sådan som kunsten har lært.
Fostret forandrer sin form, bliver større og ændrer sin farve
mens det stadig er gemt inde i moderens liv.
Ganske som det vokser stenen jo til og farverne skifter
når den kemiske ovn holder den passende lun.
Som Lucina la'r børn blive født så blussende røde,
og de spæde gro op fodret med mættende mælk,
således gløder det kemiske barn jo rødt når det fødes
for med sit rette ferment hurtigt at vokse sig stort.
Og som et barn når det vokser sig stort, kan frembringe afkom,
kan den lønlige sten også formere sig selv.
Tænk hvor smukt alt det harmonerer med alt hvad jeg ønsker!
Og til den lønlige kunst passer min have perfekt.

I et lysthus i sin have havde Sophie Brahe nemlig et laboratorium, hvor hun selv dyrkede kemi og bl.a. lavede medicin.

Du, min Titan, begiv dig af sted til dit fædrelands kyster
gid blot vinde og blæst støtter mit dybfølte håb.
Da, når du hjemme igen træder ind i den velkendte have,
ser du hvor egnet den er både for dig og for mig.
Her er der håb, men kun hvis vi to slår kræfterne sammen,
om at det lykkes til sidst, guldkunstens hemmelighed.

De to processer er jo analoge, så hvis Titan vil lave de vises sten, kan han bare komme hjem i lysthuset og lave et barn med Urania!

Det er naturligvis en spøg. Men det er en seriøs spøg. Digtet er et skarpsindigt og bevægende portræt af en kvinde der kæmper for sin kærlighed. Under overfladen lurer konstant frygten for at hun kan tabe til rivalen. Men hun bruger alle kneb, også videnskabelig uredelighed som at vende op og ned på analogierne i de alkymistiske teorier.

Samtidig er det formodentlig en alvorligt ment satire. Som vi allerede har set, opererede Tycho Brahe selv i høj grad med analogier i sin videnskab. Man hører i dag mest om de sider af hans arbejde der peger fremad mod nutidens videnskab, men det er bestemt ikke det fulde billede. Det kan blive ganske konkret: Hver planet svarede til et metal, som igen svarede til et af menneskets indre organer osv. Det betyder at man kan drage analogislutninger. Men betyder det at man frit kan bytte rundt på elementerne? Analogi er én ting, men identitet er vel noget andet. Det var en standende diskussion i tiden, og formodentlig er passagen her et

satirisk indlæg i den diskussion.

Urania Titani er et langt og stofrigt digt. Vi har her kun fået en smagsprøve på de videnskabelige passager. Andre facetter, fx samspillet med den antikke poesi, må vi springe over. Men læs det selv [10], det er fascinerende litteratur. Og det gælder i det hele taget Tycho Brahes poesi. Latinske digte om astronomi er ikke så fjern en verden som man skulle tro.

Note: Alle teksteksempler er oversat fra latin af Peter Zeeberg. Citaterne fra *Uraniaelegien* er hentet fra [9], de øvrige citater er nyoversat til lejligheden.

Litteratur

- [1] Victor E. Thoren (1990), *The Lord of Uraniborg. A biography of Tycho Brahe*. Cambridge 1990.
- [2] John R. Christianson (2008), *Tycho Brahe – renæssancen på Hven*. København 2008.
- [3] Peter Zeeberg (2006), *Diktaren*. Artikel i: Håkan Håkansson (red.), *Att låta själen flyga mellan himlens tinnar. Tycho Brahe och renässancen* (s. 135-167). Stockholm 2006.
- [4] J.L.E. Dreyer og Hans Ræder, ed. (1913-29), *Tychonis Brahe Dani Opera Omnia*, Vol. I-XV. Hauniae 1913-29.
- [5] Peter Zeeberg (1993), *Den praktiske Muse. Tycho Brahes brug af latindigtningen* (bogserien Studier fra Sprog- og Oldtidsskning nr. 321). København 1993.
- [6] Peter Zeeberg (1995), *The inscriptions at Tycho Brahe's Uraniborg*. Artikel i: Minna Skafte Jensen (ed.), *A History of Nordic Neo-Latin Literature* (s. 251-266). Odense 1995.
- [7] Jan Teuber, red. (2002), *Højdepunkter i dansk naturvidenskab*. København 2002. Heri er afhandlingen om den nye stjerne fra "De nova stella" oversat af Gorm Tortzen, s. 27-48.
- [8] Peter Zeeberg (2011), *Amico optimo! Den indledende brevvæksling fra Tycho Brahes bog om den nye stjerne (1573) i dansk oversættelse. Aigis. Supplementum I: Festskrift til Chr. Gorm Tortzen*. http://aigis.igl.ku.dk/CGT/Peter_Zeeberg.pdf.
- [9] Peter Zeeberg (2007), *Tycho Brahes Uraniaelegi. Nyoversættelse, tekst og kommentarer, Renæssanceforum 3*. http://www.renaessanceforum.dk/rf_3_2007.htm
- [10] Peter Zeeberg (1994), *Tycho Brahes "Urania Titani"*. Et digt om Sophie Brahe (bogserien Renæssancestudier 7). København 1994.

Peter Zeeberg (f. 1957) er ph.d. i latin og seniorforsker ved Det Danske Sprog- og Litteraturselskab. Han har først og fremmest forsket i renæssancens danske latinlitteratur, bl.a. Tycho Brahe, Erasmus Lætus og Henrik Rantzaus. Derudover er han en flittig oversætter fra latin bl.a. med *Saxos Danmarkshistorie* (2000) og senest Holbergs roman *Niels Klims underjordiske rejse* (2012). For tiden er han medarbejder på projektet *Ludvig Holbergs Skrifter*, der publicerer en ny tekstkritisk og kommenteret webudgave af Holbergs samlede værker.



Aktuelle bøger

Af Michael Cramer Andersen

Temahæfte om Niels Bohr

Red: *Niels Elbrønd Hansen* og *Henry Nørgaard*, "Niels Bohrs atommodel 1913-2013", Naturvidenskab for alle, Fysikforlaget 2013, 56 sider, www.lmfk.dk. Supplerende materiale og opgaver på www.nielsbohr.fys.dk.

Denne publikation beskriver i 12 kapitler både Niels Bohrs atommodel og mange andre sider af Bohrs arbejde indenfor fysik, filosofi og politik. Temahæftet er henvendt til gymnasiets undervisning i fysik og til tværfaglige forløb med andre fag, fx kemi, historie, filosofi, samfundsfag og Almen studieforberedelse. Hæftet kan desuden læses af andre interesserede. På hæftets webside findes originalartikler og breve af Bohr samt opgaver til udvalgte kapitler.

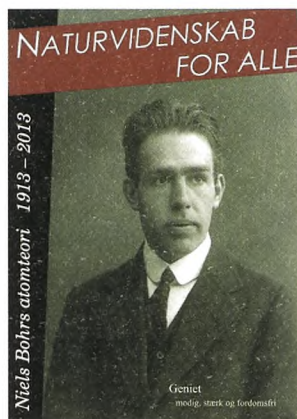
I de første tre kapitler beskriver Helge Kragh de videnskabshistoriske aspekter af Bohrs atommodel. Hvilket fysikfagligt stadium befandt studiet af atomernes bygning sig på i starten af 1900-tallet? Hvordan kom Bohr frem til sin model og hvordan blev den modtaget af samtidens fysikere? Det er nogle meget velskrevne og informative kapitler, der med fordel kan inddrages i fysik B-undervisningen. Der er flere opgaver til disse kapitler både i hæftet og på nettet og både indenfor fysik (absorption og emission) samt mere nyskabende: Spørgsmål af videnskabshistorisk karakter!

Tomas Bohr, der er fysiker ved DTU og sønnesøn af Niels Bohr, har bidraget med et meget spændende kapitel "Om at holde tingene åbne". Her beskriver han nogle af de menneskelige egenskaber Niels Bohr besad, som gjorde ham i stand til at tiltrække en hel generation af unge, originale videnskabsmænd og skabe et nervecenter for udviklingen af kvantefysikken. Finn Aaserud, der er direktør for Niels Bohr Arkivet, skriver om "Niels Bohr og Nobelprisen". Vi får den spændende historie om hvordan Bohr blev indstillet til prisen flere gange og hvad anerkendelsen betød senere.

De næste to kapitler handler om hvordan elektroner beskrives med den kvantemekanik, som blev udviklet efter Bohrs atommodel. Søren Rud Keiding og Ove Christiansen, Aarhus Universitet, skriver om bl.a. orbitaler og molekyler. Klaus Mølmer, Aarhus Universitet, skriver om Heisenbergs og Schrödingers forskellige versioner af kvantemekanikken. Disse kapitler trækker udviklingen længere frem end 1913-modellen og er et væsentligt bidrag til at udfylde det tomrum der ellers er i gymnasiets fysikundervisning i atomfysik.

Jan Faye, der er filosof ved Københavns Universitet, har skrevet et kapitel om "Komplementaritet" – et begreb der betød meget for Bohr og udviklingen af kvantefysikken. Her beskrives bl.a. dobbeltspalte-eksperimentet samt Bohr og Einsteins diskussioner om fortolkningen af kvantemekanikken. Niels Elbrønd Hansen, fra Frederiksberg Gymnasium, har skrevet om "Neutroner og fission – kernefysik i 1930'erne". Her forklares bl.a. "Væskedråbemodellen" for atomkerner, som Bohr anvendte til at forklare fission. Peter Hansen, fra Niels Bohr Institutet, giver et fint overblik over etableringen af CERN og til slut fortæller Finn Aaserud om "Niels Bohrs kamp for politisk åbenhed". Til dette emne kan man inddrage originalbreve og artikler på websiden.

Det er en meget spændende publikation, som varmt kan anbefales til undervisningsbrug.



Debatbog om kernekraft

Af: *Thomas Grønlund Nielsen*, "Niels Bohr må vende sig i sin grav. Om fornægtelsen af kernekraften", Forlaget Kahrius 2013, 111 sider, www.kahrius.dk.

Forfatteren bag denne debatbog er tydeligt frustreret over lukningen af Risø-reaktoren i 2000, som var Niels Bohrs hjertebarn – en drøm om fredelig udnyttelse af kerneenergi. Han argumenterer for at teknologi grundlæggende er neutral men kan forstærke vores handlinger enten positivt eller negativt. Holdningen er at kerneenergien bør udvikles og supplere andre energikilder. Mars-roverne er fx drevet af radioaktive batterier og potentialet for anden udnyttelse i rumfarten er stort. Men han diskuterer fx ikke problemerne ved udvinding og forsyning af uran eller truslen fra kernevåben i 1970'erne, der har sat sig varige spor. Modstanden mod atomkraft kædes i øvrigt sammen med 68-oprøret. Bogen er på trods af sin forvirrende opbygning, der springer mellem fysik, personlige erfaringer og teknologiens rolle i samfundet, et tankevækkende indlæg i en kompliceret og væsentlig debat.

PFEIFFER VACUUM

PFEIFFER-adixen-TRINOS

samt vore partnere

VAT-COMVAT-GAMMA-HSR

TAKKER FOR I ÅR OG
ØNSKER ALLE VORE KUNDER

**Glædelig Jul
&
Godt nytår**

På gensyn i 2014

Tlf. 4352 3800 Fax 4352 3850
Erik.Fieldgaard@pfeiffer-vacuum.dk
www.pfeiffer-vacuum.com

Ørsted og Andersen og guldalderens naturfilosofi

Af Knud Bjarne Gjesing

Da Georg Brandes i 1871 introducerede naturalismen i dansk åndsliv, skete det med hyppige henvisninger til moderne naturvidenskab og teknologi. Men også i den foregående Guldalder blev naturvidenskab og teknologi hyldet af mange – herunder H.C. Ørsted og H.C. Andersen, der desuden var forbundet af et varmt personligt venskab. Begge så frem til en omfattende anskuelse, der ville forbinde kunst, religion og videnskab. Den videnskabelige og filosofiske udvikling anfægtede dog til tider H.C. Andersens tro på denne optimistiske vision.

De to store Hans Christian'er

De to store Hans Christian'er – Hans Christian Ørsted og Hans Christian Andersen – har andet og mere til fælles end blot deres fornavne. De udfoldede begge deres virke i den første del af 1800-tallet. Disse år kaldes med rette for Guldalderen, da det er åndslivet i denne periode, der i høj grad berettiger, at Danmark kan kaldes for en kulturnation med sine egne særlige træk. Ingen af dem var dog født ind i de traditionelt kulturbærende lag af akademikere og embedsmænd, ligesom de heller ikke oprindeligt havde hjemme i København, som også kulturelt var landets centrum. H.C. Ørsted var søn af en apoteker i Rudkøbing, og H.C. Andersens forunderlige skikkelse dukkede op fra pjalteproletariatet i Odense. De har også det til fælles, at ingen af dem fik en videre skolegang i børnealderen. Først som ung blev H.C. Andersen for alvor indfanget af skolevæsnet, og H.C. Ørsted fik – ligesom sin broder, den senere jurist Anders Sandøe Ørsted – kun lidt sparsom hjemmeundervisning hos en tyskfødt parykmager. Men endelig forenes de to provinsknægte da også i dette, at de alligevel begge sidenhen ydede en fremragende indsats – hvad enten det nu skete på trods af den manglende skolegang eller modsat, fordi deres opfattelsesevne og fantasi ikke var blevet hæmmet af en rigid opdragelse. H.C. Andersen blev internationalt berømt som forfatter, og H.C. Ørsted blev den lige så berømte videnskabsmand, først og fremmest for sin opdagelse af elektromagnetismen.

Personligt bekendtskab

H.C. Ørsted blev født i 1777 og H.C. Andersen 28 år senere, i 1805. Den noget ældre Ørsted var derfor allerede en kendt skikkelse i det københavnske borgerskab, da den forhutlede 14-årige H.C. Andersen ankom til hovedstaden for at søge sin lykke. Familien Ørsted blev en del af den kreds af velhavende borgere, der generøst støttede den opløbne fusentast på en måde, der måske ikke altid var lige fintfølende, men alligevel næsten rørende ved sin uselviske imødekommenhed. Måske var Ørsted også den blandt den unge mands mæcener, der bedst forstod hans kunstneriske særpræg. Da Andersen fik succes med sin første roman *Improvisatoren* i 1835, mente både forfatteren selv og andre, at det især var denne retning, hans kunstneriske stræben burde slå ind på – men ikke Ørsted. "Improvisatoren har gjort Dem berømt. Æventyrerne vil gøre Dem u dødelig," erklærede han. Forholdet mellem den ældre og den yngre

Hans Christian udviklede sig til et livslangt venskab. Når Andersen var på sin faste runde som gæst ved de københavnske middagsborde, indfandt han sig hver fredag hos familien Ørsted – selvom den udprægede hypokonder mente, at hans nervesystem blev svækket af den gode sødsuppe, fru Ørsted yndede at servere. I erindringsbogen *Mit Livs Eventyr* (1855) skildrer Andersen den store personlige betydning, Ørsted har haft for ham, ligesom han hylder brødrene Ørsted i "To Brødre" (1859) [1].



Figur 1. H.C. Ørsted (1777-1851) og H.C. Andersen (1805-1875).

Guldalder og naturvidenskab

Da Georg Brandes i 1871 proklamerede "det moderne Gennembrud" i dansk åndsliv, skete det med hyppige henvisninger til naturvidenskaben. Tidligere tiders kunst og tænkning blev anklaget for at være bagstræberisk og præget af fantasi og religiøs overtro, mens den nye naturalisme skulle pege fremad og stemme overens med det naturvidenskabelige verdensbillede.

Disse anklager er nu ikke ganske retfærdige. Brandes' indsigt i naturvidenskabelig metode og tænkning var såre begrænset, og hans forhold til "Naturen" strakte sig næppe længere end til en promenadetur. Derimod var der flere naturvidenskabsfolk blandt Guldalderens fremtrædende personligheder, ligesom der også var en naturvidenskabelig interesse uden for de strengt videnskabelige kredse. Henrich Steffens, der introducerede den romantiske naturfilosofi i Danmark, var geolog, og forfatteren Carsten Hauch var biolog. Han skrev bl.a. romanen *Robert Fulton* (1853), der beskæftiger sig med den moderne teknologi. Filosofen F.C. Sibbern fulgte levende og kyndigt med i tidens videnskabelige debat, og Johan Ludvig Heiberg dyrkede ivrigt entomologi og astronomi. Grundtvig genkendte drønet af "Thors Hammer" i larmen fra de engelske maskinhaller, og selv

en digter som B.S. Ingemann forsøgte sig med en poetisk afhandling over "den Luke-Howardske Skyformationslære". Ganske vist satte Guldalderens romantikere naturiagttagelsen ind i en anden teoretisk ramme end den senere positivisme, men naturvidenskab var det dog immervæk.

Også H.C. Andersen var optaget af naturvidenskab og teknologi. Denne fascination kommer til udtryk såvel i breve, dagbøger og rejsebøger som i hans fiktive tekster. I eventyrene kan han tildele planter og dyr evnen til at tænke og tale, men trods disse fantasifulde islæt vidner teksterne samtidig om en levende naturiagttagelse og indsigt i de faktiske forhold. Det er måske nok en tvivlsom ornitologisk oplysning, når han lader en stork snakke egyptisk, "for det Sprog havde han lært af sin Moder" ("Den grimme Ælling" (1843)) – men det er dog en kendsgerning, at nordeuropæiske storke om vinteren trækker sydpå mod Afrika. Til tider kan hans kendskab være ganske detaljeret. Eventyret om "De smaa Grønne" (1868) bygger således på en viden om afhængighedsforholdet mellem myrer og bladlus og om bladlusenes skifte mellem kønnene og ukønnet formering. Selvom der berettes om eventyrlige hændelser, hviler fortællingen ofte på en naturvidenskabelig lovmæssighed. I "Den lille Havfrue" (1837) kaster heltinden sig i havet for at opløses i skum – men da solen derefter står op og kaster sine stråler "saa mildt og varmt paa det dødskolde Havskum", stiger hun op for at forene sig med Luftens døtre. En eventyrlig anskueliggørelse af vands overgang fra flydende til gasformig tilstand ved opvarmning!

Andre af hans tekster bygger direkte på naturvidenskabelige eller teknologiske motiver. I rejsebogen I Sverrig (1851) udnævner han den moderne videnskab og teknik til "Poesiens Californien" – det uberørte land, hvor nye rigdomme kunne graves frem [2]. I "Vanddraaben" (1847) betragtes den eventyrlige verden af mikroskopisk liv, der ved forstørrelse viser sig i en dråbe vand. Efter Andersens oplysninger er dette eventyr netop skrevet til H.C. Ørsted. Indtryk fra Verdensudstillingen i Paris i 1867 gav anledning til "Dryaden" (1868). "Den store Sølange" (1871) er inspireret af, at Europa og Amerika i 1866 var blevet forbundet med et telegrafkabel under Atlanten, der beskrives som "en Velsignelsens Midgaardsorm". I eventyret "Om Aartusinder" (1852) forestiller Andersen sig en fremtid, hvor besøgende fra Amerika gennemrejser det gamle Europa på et luftskib drevet ved dampkraft. Som i en nutidig turistbrochure tales der om "Europa, seet i otte Dage". Ørsted og Linné nævnes i teksten som store skikkelser i fortiden, der fortsat erindres. Eventyret "Det nye Aarhundredes Musa" (1861) opruller en storslået vision af den åndelige storhedstid, som fremtiden vil bringe. Ganske vist kan det synes, som om naturvidenskaben blot afføder en åndløs materialisme, og at teknologien og industrialiseringen vil gøre mennesker til *trælle* under "Mester Blodløs og hans Svende". Disse trængsler – som kan virke ganske aktuelle – er imidlertid kun en smertefuld overgang. End ikke larmen fra de "klapprende Maskiner" formår

at skjule, at en ny tid er i frembrud, hvor teknologi og videnskab tværtimod vil *frigøre* menneskeslægten, og hvor den øgede samfærdsel og kommunikation vil lade den vestlige og den østlige kultur smelte sammen og genopstå i en hidtil uset storhed. Dette nye frihedens rige bydes velkommen med en begejstring, der leder tanken hen på de senere futurister eller Johannes V. Jensen og Emil Bønnelycke. "Vær hilset, Du det nye Aarhundredes Musa!" lyder eventyrets slutning.

Den universalromantiske enhedstænkning

Disse højstemte forventninger deltes af mange af Guldalderens forfattere – stik imod Georg Brandes' påstand og helt forskelligt fra det pessimistiske og "dekadente" slægtsled af forfattere, der i 1880'erne og -90'erne skrev videre på den naturalistiske inspiration. Også H.C. Ørsted havde en fast tiltro til, at samfundet og kulturen stedse forbedredes gennem teknologi og naturvidenskab. I sin livsaften videregav han sit filosofiske testamente i værket Aanden i Naturen (1849-50) [3]. Heri stilles spørgsmålet: "Bliver Verden slettere?", og hans eget svar er en ubetinget benægtelse. Tværtimod præges udviklingen af stadige fremskridt – ikke mindst på grund af naturvidenskaberne. Sygdomme bekæmpes, og levealderen stiger. Det legemlige slid lettes, og større viden om naturen gør det muligt at brødføde en voksende befolkning. Hertil kommer de dannelsesmæssige og åndelige aspekter, som især optager ham. Såvel vantro som overtro må vige for en sand oplysning, og krigeriske og primitive lidenskaber vil blive fortrængt af en øget forståelse mellem mennesker. En videnskabelig indsigt i universet vil øge menneskets skønhedssans og forstærke følelsen af religiøs ærbødighed. Det kan diskuteres, om denne naturfromhed egentlig har meget at gøre med kristendommen som en åbenbaret religion, men for Ørsted selv var der ingen uoverensstemmelse mellem åbenbaringen og naturvidenskabens søgen efter viden. "Videnskabsdyrkningen, betragtet som Religionsudøvelse", lyder titlen på én af afhandlingerne i Aanden i Naturen.

Fra sin ungdom havde Ørsted personligt kendskab til den intellektuelle kreds omkring universitetet i den tyske by Jena, hvor naturvidenskabsfolk, humanister, kunstnere, filosoffer og teologer samledes i en storstilet stræben mod en fælles universalvidenskab. Åndslivets forskelligartede ytringer måtte betragtes som afspejlinger af aspekter i den universelle enhed, hvoraf også mennesket selv var en del. Det var universets egen enhed, der gennem det menneskelige bevidsthedsarbejde trådte frem i åndeliggjort form.

Senere i sit virke lagde Ørsted megen vægt på, at den spekulative naturfilosofis teoretiseringen måtte tøjles af nøgterne observationer. Det indtryk, man får af hans rolige og harmoniske personlighed, minder heller ikke meget om den ofte eksalterede ophidselse hos de tidlige "universalromantikere". Alligevel var den universalromantiske enhedstænkning en livslang inspiration for ham. For ham var opdagelsen af sammenhængen mellem elektricitet og magnetisme ikke først og fremmest

betagende ved de tekniske perspektiver, men fordi den bekræftede påstanden om naturen som en organisk sammenhængende enhed – et eksempel på, at teoretisk grundforskning også kan have virkninger i materiel henseende. Som universalromantiker dyrkede Ørsted flere videnskaber og søgte at lade dem indgå i en vekselvirkning. Ord som ilt, brint og vægtfylde skyldes hans sproglige fantasi, ligesom han også forsøgte sig som lyriker – mest ambitiøst, skønt ikke mest overbevisende i det store digt “Luftskibet” (1837). I en afhandling som “Vandspringet” søger han at blotlægge de naturvidenskabelige love bag et æstetisk indtryk. Et andet udslag af hans tanke om ‘*ånden i naturen*’ var studierne af de symmetriske klangfigurer, der dannes i et fint lag pulver på en tynd plade, når pladen sættes i vibrationer ved strøget af en violinbue. Her iagttog man jo direkte, hvorledes naturen gennem sin egen lovmæssighed tegnede en figur, der imødekom åndens behov for skønhed.

Videnskabsteoretikeren Karl Popper har berettet om det overvældende intellektuelle indtryk, det gjorde på ham, da Einsteins tyngdeteori blev empirisk verificeret gennem Eddingtons observationer under en solformørkelse i 1919. Naturen selv kom jo på denne måde bevidstheden i møde og bekræftede dens antagelser. En lignende tanke optager Ørsted i en afhandling med den typiske titel “Det Aandelige i det Legemlige”. Afhandlingen er formet som en sokratisk samtale mellem en videbegærlig ung pige Sophie – ‘visdommen’ – og en naturforsker, der forklarer hende, at “Naturgrandskere have i mangfoldige Tilfælde af Fornuftgrunde udledet Naturlove, og derpaa virkelig fundet dem i Naturen.” Derved træder den nøje sammenhæng mellem bevidstheden og naturen tydeligt frem – “Hvad Aanden lover, det holder Naturen” – og af denne iagttagelse drager der da vidtgående konklusioner, idet den fælles fornøft, der bærer både bevidstheden og naturen, religiøst ses udtrykt i forestillingen om Gud: “Naturtanker ere da ogsaa Guds Tanker.” Naturforskeren, der fremsætter disse lærdomme, bærer med god grund navnet Alfred – thi alle modsætninger forsoner sig fredfyldt i denne vision af en altomfattende harmoni. I Ørstedes harmonisk hvilende livssyn udjævnes endog modsætningen mellem liv og død – således i hans digt “Til Sønnen”:

Hulde Søvn! endskjøndt det visseste Billed paa Døden,
Bydes Du, venlige Gjæst, dog til mit Leie herhid.
Vær Velkommen! hvor sødt, uden Liv dog saaledes at leve!
O, hvor saligt at døe saaledes hen uden Død! [4]

Den anfægtede harmoni

H.C. Andersens urolige sind fandt beroligelse i Ørstedes harmoniserende sammentænkning af religion og naturvidenskab. I “Klokken” (1845) søger to børn – kongesønnen og den fattige dreng – begge ind i en dyb skov, hvorfra der høres en klokkes manende kalden. Deres veje gennem skoven bliver forskellige, men i deres søgen mødes de trods alt til sidst for at stå hånd i hånd “i Naturens og Poesiens store Kirke”. Rejsebogen I Sverrig (1851) indeholder ligefrem en lille naturfilosofisk afhandling i Ørstedes stil – “Tro og Videnskab

(Prædiken i Naturen)” – hvor Andersen forfægter denne harmoni mellem naturvidenskab, poesi og religion.

I et eventyr som “Skyggen” (1847) høres imidlertid ganske andre og mere disharmoniske toner. En lærde mand har mistet sin skygge – og dermed tilsyneladende også sit blik for tilværelsens skyggesider. I hvert fald skriver han uanfægtet løs på et forfatterskab om det gode, det sande og det skønne. Denne treklang er karakteristisk for Ørsted, der før H.C. Andersens første udlandsrejse skrev i sin yngre vens stambog:

Fornuften i Fornuften = det Sande
Fornuften i Villien = det Gode
Fornuften i Phantasien = det Skjønne.

Selv gjorde Andersen treklangen til tema i “De Vises Steen” (1858), hvor de tre dyder samles i troen. Men den lærde mand i “Skyggen” vinder intet bifald gennem sine skrivelser, men isoleres og udtæres tværtimod mere og mere. Trods sin lærdom har han øjensynligt ingen indsigt i livets inderste drivkraft. Selvom han er fortællingens gennemgående figur, omtales han derfor også stedse som “den Fremmede”.

En sådan indsigt i livets egentlige væsen har derimod den skygge, som i sin tid løsrev sig fra den lærde, og da den opsøger sin tidligere herre, har den antaget et menneskes skikkelse. Skyggen har netop spekuleret i tilværelsens laveste og mest nedrige sider, og gennem afpresning og trusler om skandaløse afsløringer har den vundet sig rigdom, berømmelse og kvindegunst. Slutteligt er det også den, der vinder prinsessen og kongeriget. Eller i hvert fald – må man tro – det halve kongerige. Og den lærde mand bliver henrettet, da han vil forhindre bedrageriet.

Det sande behøver altså hverken at være godt eller smukt. Og dog bør man heller ikke uden videre fæstne lid til den løgnagtige skygges ord. Selv påstår den, at den har vundet sin viden om livets inderste ved at trænge ind i Poesiens hus, som også den lærde mand har længtes efter at besøge. Imidlertid er dens udsagn løgn, således som den selv må indrømme det. “[...] der var oplyst, jeg var reent bleven slaaet ihjel af Lys, var jeg kommen heelt ind til Jomfruen,” fortæller den. Ydmygt har den måttet nøjes med at opholde sig “i Forgemakket”, da den som et skyggevæsen ikke kan tåle Poesiens fulde lyskraft. Ved den lærde mands henrettelse fremstår den også som syg og svækket, og det kan vel betvivles, om den kan opretholde sin skyggeeksistens som en ren negativitet.

Når H.C. Andersen ikke uden videre kunne falde til ro i Ørstedes tillidsfulde livssyn, skyldtes det ikke blot forskellige sjælelige dispositioner, men også generationsforskellen imellem dem. Andersen følte sig anfægtet af de materialistiske og ateistiske tendenser i den nyere filosofi og videnskab og søgte at tilbagevise dem i romanen “At være eller ikke være” (1857) [5]. Ørsted havde forestillet sig, at naturen gennem videnskaben ville blive hævet til et åndeligt forklaret billede, men i stedet reducerede videnskaben nu snarere åndslivet til en refleks af dets materielle grundlag.

Litteratur

- [1] H.C. Andersen (ved Erik Dal og Erling Nielsen), Eventyr 1-7, DSL/Reitzel 1963-90.
- [2] H.C. Andersen (ved Mogens Brøndsted), I Sverrig, DSL/Borgen 2003.
- [3] H.C. Ørsted (ved Knud Bjarne Gjesing), Aanden i Naturen, 4. udg., Vinten 1978.
- [4] Knud Bjarne Gjesing (red.), Søgen efter midten, Systime 1983.
- [5] H.C. Andersen (ved Erik Dal og Mogens Brøndsted), At være eller ikke være, DSL/Borgen 2001.
- [6] Dan Ch. Christensen, Naturens tankelæser – en biografi om Hans Christian Ørsted, Museum Tusculanums Forlag 2009.
- [7] C. Christiansen, H.C. Ørsted som Naturfilosof, Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab 1903.
- [8] Rolf Lindborg, Ånden i naturen. Naturfilosoffen H.C. Ørsted – eksperimentalfysiker, dansk oversættelse Gyldendal 1999.

Knud Bjarne Gjesing har 1973-2011 undervist i nordisk sprog og litteratur ved Syddansk Universitet og desuden været litteraturanmelder ved *Fyens Stiftstidende*. Han interesserer sig især for 1800-tallets litteratur og har skrevet afhandlinger om bl.a. Oehlenschläger, Grundtvig, B.S. Ingemann og Søren Kierkegaard. Redaktør ved *Nordica. Tidsskrift for nordisk teksthistorie og æstetik*.



Komet ISONs perihelpassage

Af Michael Quaade

Kometen ISON passerede tæt forbi Solen den 28. november og bliver næppe så flot et syn som forudsagt.

Den 21. september 2012 opdagede Vitali Nevski og Artyom Novichonok en komet med en 40cm kikkert. Deres kikkert er med i International Scientific Optical Network – ISON – en gruppe på omkring 30 kikkerter ved 20 observatorier i 10 lande. Gruppen søger efter og overvåger objekter i Solsystemet. Kometen er siden blevet kendt som *Komet ISON* – opkaldt efter netværket. Komet ISON har et par gange her i november haft udbrud, hvor store mængder materiale er blevet udsendt fra den med tydelig lysstyrkeforøgelse til følge [1].

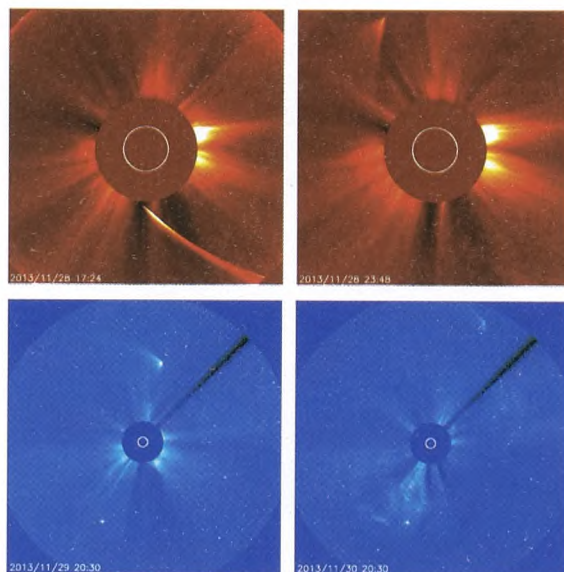


Figur 1. Komet ISON optaget den 15. november 2013 med det belgiske TRAPPIST 60cm teleskop opstillet ved ESO på La Silla i Chile [2]. Navnet er en forkortelse for *TRAnsiting Planets and Planetesimals Small Telescope*. Det er tydeligt at billedet er optaget gennem tre filter med forskellig farve, da kometen mellem optagelserne har flyttet sig i forhold til baggrundsstjernerne, der derfor fremtræder som tre billeder med hver sin farve. Foto: TRAPPIST/E. Jehin/ESO [1].

Den 28. november passerede den forbi Solen i en afstand af kun godt en million km over Solens overflade – til sammenligning er Solens diameter knap 1,4 millioner km. En så kort *perihelafstand* (mindste afstand) til Solen vil have stor betydning for kometens fremtid. Der er to helt forskellige muligheder for, hvordan den kommer til at tage sig ud bagefter. I bedste fald for dem, der gerne vil se en klar komet på himlen, fordampes der massevis af materiale fra den, men den bevares intakt. I det tilfælde vil det fordampede materiale kunne ses som en stor tydelig koma omkring kometkernen og der vil oftest også dannes en lang synlig komethale på himlen. Desværre kan det også gå så galt, at kometen splittes mere eller mindre ad i små fragmenter, når den kommer for

tæt på Solen. Det skete formodentlig for Komet Kohoutek, der passerede tæt forbi Solen i slutningen af 1973. Dengang var den forudsagt til at blive "århundredets komet", men det viste sig at blive en skuffelse. Den kunne ses på himlen, men blev langt fra det storslåede syn, forventningerne havde lagt op til.

Ved redaktionens slutning (2. december) – et par dage efter perihelpassagen – er det lidt uklart hvad der bliver at se af komet ISON på himlen når bladet når læserne midt i december. På billedet fra den 29. november (se figur 2 nederst) er der en tydelig komet at se, men på det senere billede fra den 30. november er den falmet næsten helt bort. Et døgn senere, den 1. december, var den udenfor satellittens synsfelt. På [3] ses videoer af forløbet.



Figur 2. Øverst: To billeder optaget med NASAs SOHO-satellit (LASCO C2-instrumentet) henholdsvis nogle få timer før og efter perihelpassagen den 28. november. Nederst: SOHO-satellitten optog (med LASCO C3-instrumentet) disse to billeder henholdsvis ét og to døgn efter perihelpassagen. NASA/SOHO.

Litteratur

- [1] <http://www.eso.org/public/images/potw1346a/>
- [2] <http://www.orca.ulg.ac.be/TRAPPIST>
- [3] http://soho.esac.esa.int/hotshots/2013_11_28/

Bohr-atomet i populær indbinding

Af Kristian Hvidtfelt Nielsen, Center for Videnskabsstudier, Institut for Fysik og Astronomi, Aarhus Universitet

Hvis man i dag googler ordet “atom” under kategorien billeder, vil langt størstedelen af illustrationerne vise atomet bestående af en atomkerne omkredset af elektroner i faste baner. Modellen bliver kaldt den planetariske atommodel, fordi den gengiver atomet som et lille planetsystem med en stjerne (atomkernen) i midten og en række planeter (elektronerne), der kredser omkring stjernen i faste baner. Modellen er i dag så udbredt på nettet og i lærebøger, at den bliver taget for givet. Selv om den siden udviklingen af kvantemekanikken fra 1926 og fremefter har vist sig at være et fejlagtigt billede af atomet, har den også vist sig at være særdeles levedygtig. Modellens populære levedygtighed overstiger langt dens videnskabelige anvendelighed.

Niels Bohr bidrog med sin kvanteteori fra 1913 til at etablere den planetariske model som en solid og meget frugtbar videnskabelig hypotese, indtil kvantemekanikken gjorde det svært, for ikke at sige umuligt at danne og fastholde entydige modeller af atomet baseret på den klassiske fysik. Bohr spillede dog kun en ubetydelig rolle for udbredelsen af planetmodellen til ikke-videnskabelige kredse. Her var det især populærvidenskabelige bøger, der gjorde arbejdet i forhold til at forplante billedet af atomet som et miniature-solsystem i den brede kultur.

Atommodeller før Bohr

Indtil slutningen af 1800-tallet forstod man atomet som en lille fast kugle. Med opdagelsen af radioaktivitet, røntgenstråler og – ikke mindst – elektronen kom kuglemodellen i en form for krise. Hvordan skulle man forene den homogene kuglemodel med de nye opdagelser, der viste, at atomet har en dynamisk indre struktur?



Figur 1. Niels Bohr og Ernest Rutherford til regatta i Cambridge i 1922, året efter Bohr modtog Nobelprisen for sit arbejde vedrørende atomers struktur og strålingsudsendelse. Bohrs atommodel byggede videre på Rutherfords model med sin kvantebeskrivelse af elektronbevægelserne (Bohrs bidrag) omkring den faste kerne (Rutherfords bidrag). Foto: Niels Bohr Arkivet, København

Det første forsøg på at beskrive atomets indre struktur kom fra den britiske fysiker J. J. Thomson, der i 1896 opdagede elektronen. Thomson introducerede allerede i 1899 en atommodel, hvor atomet blev beskrevet som en positivt ladet sfære, hvori elektronerne bevæger sig. Elektronerne gensidige frastødning opvejes af

sfærens positive ladning, som Thomson senere omtalte som en friktionsløs væske. I 1906 modificerede han atter sin model, så den beskrev elektronerne baner som cirkulære – og derfor er det egentlig forkert at betegne Thomsons model som en rosinkagemodel (plum pudding model), sådan som det ofte sker.

Ernest Rutherford lancerede i 1911 idéen om en indre atomkerne, der med sin positive ladning er i stand til at holde elektronerne fast. Ret beset var Rutherfords model dog kun en model for atomkernen og ikke for hele atomet. Han gav i modsætning til Thomson ingen indikation på, hvordan elektronerne ville være fordelt i atomet.

Samtidig med disse kendte videnskabelige udviklinger begyndte planetmodellen også at rumstere i andre publikationer af videnskabelig og populærvidenskabelig karakter: I 1901 skrev franske fysiker Jean Perrin om atomet som et planetsystem i det populærvidenskabelige magasin “Revue Scientifique”; i 1904 udgav den japanske fysiker Hantaro Nagaoka en videnskabelig artikel i “Zeitschrift der Mathematischen Gesellschaft”, som var baseret på en analogi mellem atomet og Saturns ringe; og i 1904 viderebragte Max Wilhelm Meyer, astronom og videnskabsformidler, idéen om atomet som et solsystem i det nyoprettede tyske tidsskrift for videnskabsformidling, “Kosmos”.

Bohr-atomet som et planetsystem

Da Niels Bohr i 1913 udgav sine tre banebrydende artikler om kvanteatomet, fik planetmodellen yderligere moment. I modsætning til Thomsons og Rutherfords atommodeller beskrev Bohrs model elektronerne bevægelse i cirkulære, stationære baner omkring atomkernen. Han postulerede, at banerne svarede til atomets energitilstande, som ydermere kun kunne antage bestemte værdier.

Forestillingen om elektronerne svævende omkring kernen i faste baner var nem at forene med idéen om atomet som et planetsystem. Og det var også det billede, der blev flittigst anvendt, når Bohr-atomet skulle formidles til andre videnskabsfolk og til den oplyste og videbegærlige offentlighed.

Bohrs 1913-artikler gav anledning til en række videnskabelige videreudviklinger af kvanteteorien,

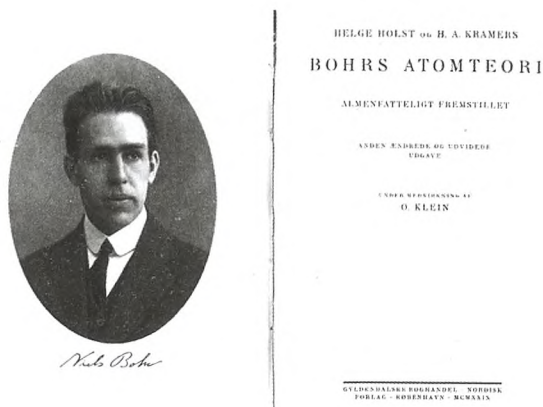
hvoraf Arnold Sommerfelds bidrag med de elliptiske elektronbaner nok var det vigtigste, inden kvantemekanikken tog over. Bohrs arbejde var også en af de centrale kilder til en række populærvidenskabelige skrifter om atomets opbygning, der blev udgivet i årene fra 1918 og frem.

Sommerfelds bog om atomets opbygning fra 1919 var en af de første omfattende beskrivelser af den nye kvanteteori. Selvom Sommerfeld skrev i forordet, at bogen var henvendt til lægfolk, var det en udførlig og svært tilgængelig bog, der med sine 550 sider nok snarere fandt anvendelse som egentlig lærebog.

Sommerfeld sammenlignede de diskrete baner, som planeterne i solsystemet følger, med elektronbanerne i atomet. Indførelsen af elliptiske elektronbaner var med til at forstærke analogien, som dog også havde sine begrænsninger:

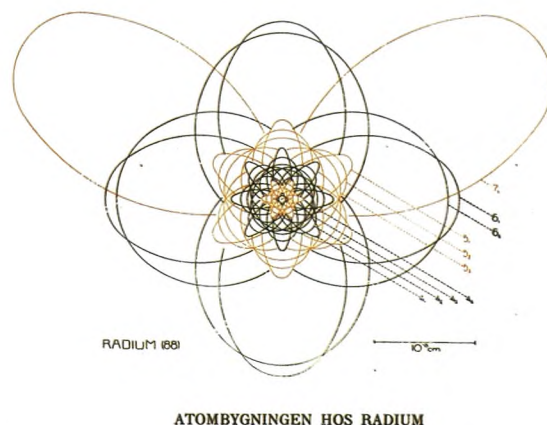
Som det er tilfældet i solsystemet, antager elektronernes generelle bevægelse omkring atomkernen en ellipse, men disse "Kepler-ellipser" er kun mulige i et begrænset omfang og kan på basis af kvanteteoretiske beregninger karakteriseres ved bestemte excentriciteter og hovedakser [1].

I Danmark var bibliotekar og forfatter Helge Holst ophavsmænd til bogen "Bohrs Atomteori, Almentfatteligt Fremstillet" (1922), skrevet sammen med Bohrs nære kollega H. A. Kramers. Bogen blev senere oversat til engelsk (1923), tysk (1925), spansk (1925) og hollandsk (1927) [2].



Figur 2. Første opslag i Holst og Kramers bog, der ikke levnede nogen tvivl om, at den nye atomfysik primært var Bohrs fortjeneste. Fysikeren Max Dresden skrev i sin bog om Kramers fra 1987, at Holst og Kramers bog var et "sandt missionsforetagende med det formål at sprede Bohrs budskab" [3].

Holst og Kramers bragte en række illustrationer af kvanteatomet, som også blev anvendt til undervisning på Bohrs institut. Tegneren er ukendt, men de flotte tegninger hører til blandt de fineste eksempler på den planetariske atommodel, hvor elektronbanerne omkredser kernen som velformede ellipser.



Figur 3. Radiums struktur med 88 elliptiske elektronbaner ifølge Bohr-Sommerfelds atomteori, ca. 1921. Banerne er fremstillet som lukkede for overskuelighedens skyld, formodes det, men skulle ifølge teorien egentlig være åbne, da det var kendt, at de langsomt drejer rundt om atomkernen.

Andre analogier for Bohr-atomet

Planetmodellen var dog ikke den eneste analogi, der blev brugt til at gøre Bohr-atomet mere anskueligt. Holst og Kramers bad også deres læsere om at tænke på Bohr-atomet som et hypotetisk musikinstrument. Instrumentet bestod af et antal runde skiver, der var placeret over hinanden efter størrelse, den mindste øverst. En kugle kunne bevæge sig uden friktion på hvilken-som-helst af skiverne, svarende til en af atomets energitilstande. Hvis kuglen faldt fra en skive til en anden, ville den miste en bestemt mængde energi, som ville blive udsendt som lyd. Fra den største (nederste) skive kunne kuglen ikke falde længere, og det var instrumentets (atomets) grundtilstand.

Andre forfattere som den engelske fysiker Oliver Lodge brugte også akustiske analogier til at forklare forholdet mellem strålingsabsorption og kvantetilstande [4]. Lodge skrev, at atomet var at ligne med en samling stemmegafler forbundet til en frit bevægelig kugle. Hvis denne samling af stemmegafler blev udsat for lyd, der ikke svarede til deres resonansfrekvenser, ville der ikke ske noget. Men hvis den indkomne lyd havde bestemte frekvenser, ville stemmegaflerne begynde at vibrere, og den forbundne kugle ville blive stødt væk af bevægelserne.

Lodge brugte en anden model til at forklare atomets opbygning, den såkaldte trappemodel: Tænk på en kugle, der ruller ned en vindeltrappe. Når kuglen kommer til et trin, vil den falde ned og dermed vinde i bevægelsesenergi. Når kuglen rammer næste trin, vil den miste noget af denne energi, og der vil komme en lyd. Trappemodellen skulle illustrere atomets "trinvis" opbygning og sammenhængen mellem energiskift og udsendelse af strålingsenergi.

Bertrand Russell, den kendte matematiker og filosof, der i 1920'erne ernærede sig som videnskabsformidler, skrev bogen "The ABC of Atoms", der udkom i 1923 [5]. For at gøre atomteorien forståelig personificerede Russells atomet. Han skrev for eksempel om elektronen som en hidsig person. Hvis man fornærmede ham,

kunne han lytte på fornærmelserne i nogen tid for så pludselig at fare op. Atomkernen var at sammenligne med en familie, forklarede Russell:

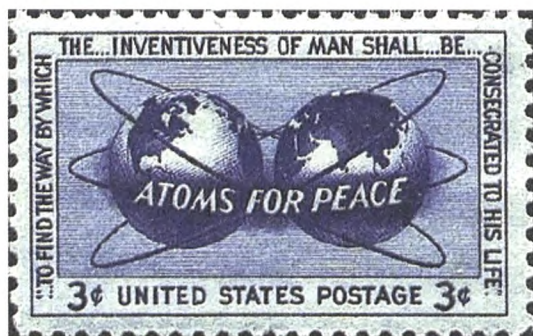
Kernen i alle atomer undtagen brint er et tæt knyttet system, som kan sammenlignes med en familie bestående af energiske personer, der altid skændes. Det sker i radioaktivitet, at nogle medlemmer forlader familien, og man kan se, at den energi, som blev brugt på de evige familieskænderier, er tilstrækkelig til at herske over et helt imperium. Hvis denne energikilde kan bruges kommercielt, vil den sandsynligvis udkoncurrere alle andre [5].

Bohr-atomet som kulturelt ikon

Selvom der var mange analogier for atomet i omløb, da den tidlige kvanteteori fik sit populære gennembrud, har det været planetmodellen, der har vist sig mest levedygtig. Den har endda langt overlevet sit videnskabelige "sammenbrud", som kom med kvantemekanikken i 1926. I dag er Bohr-atomet som et lille planetsystem et kulturelt ikon, der lever sit eget liv helt uafhængigt af kvantefysikken.



Figur 4. Den amerikanske atomenergikommissions logo fra 1946 med atomet som et planetsystem. Kommissionen eksisterede fra 1946-1975 og var den amerikanske regerings forsøg på at anvende atomkraften til civile og fredelige formål. I 1953 lancerede den amerikanske præsident Dwight D. Eisenhower det verdensomspændende program Atoms for Peace, som også benyttede et tilsvarende planet-symbol som logo.



Figur 5. Frimærke med "Atoms for peace".



Figur 6. Én af de fire videnskabsmønter, der udkom på Niels Bohrs fødselsdag den 7. oktober 2013, viser hans atommodel (Den Kongelige Mønt).

Planetmodellen er visuelt tiltrækkende og giver en intuitiv fornemmelse for atomets struktur og dynamik. Den kan ydermere være med til at give en (falsk) sikkerhed for, at der hersker en vis orden i universet, når den samme beskrivelse kan bruges til såvel atom- som planetsystemer. Endelig rummer planetmodellen en implicit (og igen falsk) forvisning om, at videnskabshistorien gentager sig: Ligesom Kepler og Newton i sin tid skabte harmoni mellem dynamikken på Jorden og i himmelrummet, således har også atomfysikken bragt overensstemmelse mellem Universets største og mindste byggesten.

Det er sikkert disse fordele ved planetmodellen, der har betydet, at den har kunnet leve videre, selvom den længe har været videnskabeligt død. I dag er det svært at se, at den nogensinde vil forsvinde helt. Det betyder, at vi i en rum tid endnu må leve med den pædagogiske udfordring i at forklare forskellene mellem planetmodellen og det rigtige kvanteatom.

Litteratur

- [1] Arnold Sommerfeld (1919), *Atombau und Spektrallinien*. Braunschweig: Druck und Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn. Citat fra side 68 (egen oversættelse).
- [2] Den danske udgave er: Helge Holst og Hendrik A. Kramers (1922). *Bohrs Atomteori*, almenfatteligt fremstillet (København: Gyldendal). For en analyse af Holst og Kramers bog, se: Helge Kragh og Kristian H. Nielsen (2013) *Spreading the Gospel: A Popular Book on the Bohr Atom in its Historical Context*. *Annals of Science* 70(2): 257-283.
- [3] Max Dresden (1987), H. A. Kramers: *Between Tradition and Revolution*. Berlin: Springer. Citat side 134 (egen oversættelse).
- [4] Oliver Lodge (1924), *Atoms and Rays: An Introduction to Modern Views on Atomic Structure and Radiation*. London: Ernest Benn Ltd.
- [5] Bertrand Russell (1923), *The ABC of Atoms*. London: Kegan Paul & Co. Citat fra side 14 (egen oversættelse).



Kristian Hvidtfelt Nielsen er lektor ved Center for Videnskabsstudier, Aarhus Universitet. Han interesserer sig for det 20. århundredes videnskabs- og teknologihistorie, herunder videnskabens kulturelle rolle.

FysikRevy i 25 år

Af Michael Cramer Andersen og Finn Berg Rasmussen

Mange studier har en studenterrevy og på fysikstudiet på Københavns Universitet hedder den FysikRevy™. Den startede i 1989 og spillede derfor i 2013 for 25. gang. Dette blev fejret den 18. oktober med en reception og en jubilæumsrevy, hvor mange mindeværdige numre blev genopført. KVANTs udsendte reportere var mødt op og forsøger her at ridse nogle af de temaer op, som er blevet behandlet i specielt revy-sangene.

FysikRevyen som fænomen

I programmet for 25-årsjubilæumsrevyen skriver arrangørerne, at noget af det der har været gennemgående i alle årene hos revyfolkene er deres "fællesskab, engagement og kreativitet og et drivende ønske om at overgå datalogerne". De skriver videre, "Disse værdier har været med til at præge studiets ånd og skabe den særlige identitetsfølelse, fysikstudiet befordrer". Fra den spæde start på to borde i Vandrehallen på H.C. Ørsted Institutet er FysikRevyen gennem årene blevet en etableret tilbagevendende social begivenhed på fysikstudiet. Hvert år skrives nye sketches og sange, hvoraf nogle går over i sanghæftet, som alle nye studerende præsenteres for. Scenen og auditoriet lånes af datalogerne og med eget band, bestående af fysikstuderende, og teknik kan det næsten ikke gå galt. Eller kan det?

I jubilæumsrevyens *Intropotpourri*, genoplevede vi nogle af begrundelserne for den indledende obligatoriske aflysning af revyen: Besparelser på lyden og lyset... Revyfolkene tror det stadig kun er prøverne... Bandet har ikke øvet... Kostumerne er blevet stjålet – så de kan kun sende nøgne damer på scenen... Baren er løbet tør for øl... Uanset hvad aflysningen skyldes, jubler publikum. Forventningens glæde er jo også den største. På grund af aflysningen bestod hele revyen ét år udelukkende af ekstranumre.

Ligninger og konstanter

Fysikkens formler og ligninger er altid et godt tema for en sketch eller sang. Enhver ambitiøs fysikstuderende går og drømmer om, at opstille en betydningsfuld ligning, som vil gå over i historien på linje med de store fysikers ligninger, fx Newtons tyngdelov, Maxwell-ligningerne, Einsteins feltligninger, Schrödinger-ligningen, Dirac-ligningen eller Heisenbergs ubestemthedsrelationer. Denne drøm blev udtrykt i en sang fra FysikRevy 2009, der kort og godt hed *Min ligning*. Teksten er skrevet over *Dodo and the Dodos'* melodi *Sømand af verden*. Her gengiver vi kun omkvædet:

For jeg ved min ligning bærer mit navn.
Og jeg ved at verden glemmer den aldrig.
Den vil altid være til gavn.
Selv når jeg ej er mer'!

For jeg ved min ligning bærer mit navn.
Og jeg ved at verden finder den prægtig.
Strålende i fagets favn.
Udødelig den er!

Der findes tilsvarende vigtige *konstanter* med deres ophavsmands navn knyttet til, fx Plancks konstant og Newtons gravitationskonstant, og finstrukturkonstanten har sit særlige symbol, α . Men hvad med alle de nærmest betydningsløse konstanter der bare forstyrrer? I FysikRevy 1992 blev *Konstantens klagesang* (se figur 1) fremført på melodien *Musens sang*, fra filmen *Mød mig på Cassiopeia*:

Her står jeg nu på tavlen
i en ligning interessant
Man si'r: "Ih dog, hvor smukt
– lige på nær den konstant."

Jeg leved' i min ligning
indtil pludselig jeg forsvandt.
"Sæt den faktor til 1.
Det' jo blot en konstant."

Stor er vor flok, kun få udvalgte du'r.
De hædres med titlen: *Konstant af natur*.

$\hbar$, G , c og α
får fysikens diamant.
Resten dømmes brutalt:
"Det' jo blot en konstant."

I bedste fald lidt kedelig
mat'matikkens grå Trabant.
Oftest lidt til besvær
er jeg arme konstant.

En verden uden faktor;
kompromisløs og konstant
 0 , ∞ og 1 .
Resten blot en konstant.

Jeg ignoreres, en dum faktor 7.
Jeg bortdifferenteres, men hør mit besyv;

Sæt pris på det konstante.
Midt i livets fjas og tant
er det trods alt et plus,
noget blot er konstant.



Figur 1. "Konstantens klagesang" (1992) genopført i 2013.

At ligningerne volder store problemer for mange fysikstuderende er der ingen tvivl om. Mange af forelæserne figurerer på forskellig vis i sange og sketches. Én af de tidligere forelæsere i Kvantemekanik, Thomas Døssing, blev hyldet i sangen *Løs den ligning en gang til*, i FysikRevy 2000 (se figur 2). Den er skrevet på Britney Spears' store hit *Hit Me Baby One More Time*. Her gengiver vi blot et enkelt vers:

Åh, Thomas Døssing, jeg arbejder som besat,
jeg differentierer!
Åh, Thomas Døssing, hele den lange nat,
må jeg perturbere!
Kommutatorrelationer,
fermioner gør mig lidt bekymret for jeg ved:
Kvantefysik slår mig itu.
Men Døssing står ved tavlen nu!
Han kigger på mig og smiler frækt,
hvad mon han vil?
"Løs den ligning en gang til!"



Figur 2. "Løs den ligning en gang til" fra FysikRevy 2000, her i 2013-versionen, hvor fem piger synger om deres frustrationer med at regne på kvantefysik.

Fysikformidling

Enkelte sange er faktisk formidling af et lille stykke fysik. Sangen *YBCO*, fra FysikRevy 2010, handler om en berømt højtemperatursuperleder (YBaCuO) og blev sunget på melodien *Y.M.C.A.* af *Village People*. Her bringes de første par vers:

Kobber
Har en høj konduktans
Den er over
Aluminium og vands
Men jeg lover
Der' en anden substans
Der har bedre ledningsevne

Bruger
Du elektromagneter
Så sluger
De elektricitet
Hvis du gruer
For et højt strømforbrug
Bør du lytte til vort råd nu:

Det bedst at lede med
Y-B-C-O
Det bedst at lede med
Y-B-C-O
Tog kan flyve omkring
Det er superledning
Cooperpar med magnonkobling

Hyldestsang til Jens Martin Knudsen

Én af de forelæsere, der har betydet meget for fysikstuderende, er *Jens Martin Knudsen* (1930-2005). Hans begejstring for fysikfaget og utrættelige nysgerrighed efter at forstå de dybere sammenhænge i naturen har været inspiration for en hel generation af fysikere. I den første revy efter hans død blev denne *JMK-hyldestsang* opført på DADs melodi *Laugh And A Half*:

Han lærte fra sig alt om mekanik
Han vakte vort sind med inspirationen vi fik
Jeg lyttede til de ord han sag':
"Vi må til Mars en dag
Ja, en dag"

"For vi må have svar på hvor livet kom fra.
Vi skal vide hvorfor vi er her!"

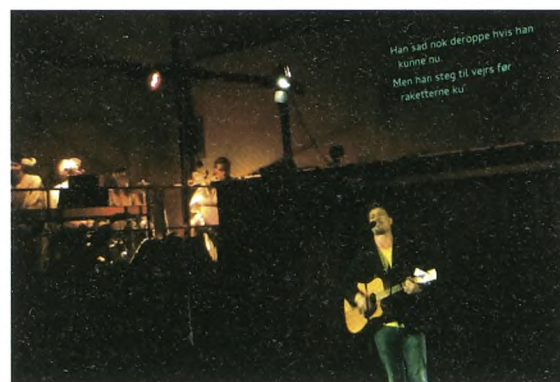
Han sad nok deroppe hvis han kunne nu
Men han steg til vejrs før raketterne ku'
Det må da ku besvares, om der er liv på Mars

Men jeg blev nok ærligt talt forvirret
Det var "mekanik" der stod på papiret
Livets stor' spørgsmål, kastet i hod'et
Men han fik mig til at genfinde modet
Ja, modet

Ja, vi må have svar på hvor livet kom fra.
skal vide hvorfor vi er her!

Han sad nok deroppe hvis han kunne nu
Men han steg til vejrs før raketterne ku'
Det må da ku besvares, om der er liv på Mars

Om der var liv



Han sad nok deroppe hvis han kunne nu
Men han steg til vejrs før raketterne ku'
Det må da ku besvares, om der er liv på Mars

Jeg kikker op på himlen, nogle gange tvivler jeg
Skal vi dog undres hele tiden?
Men han har vist os vej
Han tændte lys i mørket, og gav os viden
Så under lampen med det grønne skær
Finder vi ud af hvorfor vi er her!

Jeg må gi' ham ret

Han sidder deroppe og han vinker ned
ja han viste vejen, så nu det' afsted
Det må da ku besvares, om der er liv på Mars

Han sidder deroppe og han vinker ned
ja han viste vejen, så nu det' afsted
Det må da ku besvares, om der er liv på Mars

Det må da ku besvares, om der er liv på Mars
Det må da ku besvares, om der er liv på Mars
Det må da ku besvares, om der er liv på Mars
...

Studerendes sociale liv

Udover studiet og undervisningens kvalitet er mange optrin inspireret af "Cafeen?" og – naturligvis – forholdet til det modsatte køn. I de tidlige revyer var temaet hyppigt en fysiker m/k, der indleder bekendtskaber ude i byen og snart bliver afvist pga. sit nørdede fag. I 1999 fik piben med ét en anden lyd, da en flok piger sværmede om en fysiker på mottoet "Langt og fedtet hår! Det' en rigtig fysiker! Ja store blege lår gør mig vild!" Temaet bliver vendt og drejet. Her synger en fysikstuderende, der slet ikke skønner på sit held, trods den poetiske titel *Kvanter i Måneskin*, fra FysikRevy 2004, på melodien *Danser i måneskin*:

Ved tavlen er jeg en charmør,
og piger bli'r bløde som smør.
Når jeg perturberer mere,
så får jeg topkarakterer.
I dag er det fredag, jeg går
ned på Cafeen? og får
en GuldTuborg fra hanen, til ganen.
Og så går jeg hjem til mig selv.

*Og kvanter i måneskin.
Jeg regner ud og ind
på energi og spin.
Kvanter i måneskin.*

Når piger de synes, jeg er sær,
så si'r jeg: "Det' sådan jeg er."
Jeg regner på atomer. Tro mig,
der er mindst ti millioner.
Jeg sidder og læser Euklid,
hun siger, jeg spilder min tid.
Hun siger: "Jeg vil ha' dig. Ta' mig!"
Og så går jeg hjem til mig selv!

Omkvæd

Afslutning

En institutleder hævdede en gang, at man egentlig godt kunne undvære mange statistikker og evalueringer. Man kunne jo blot gå til fx FysikRevyen for at få at vide, hvordan det stod til på faget. Da han senere blev dekan, glemte han desværre helt dette synspunkt.

Niels Bohr Institutets lærere og andre ansatte har altid været velkomne ved revyforestillingerne og den efterfølgende kæmpefest, og satiren er da også altid morsom og venlig, for ikke at sige kærlig. FBR kan kun huske ét indslag – og det var for 15-20 år siden – hvor et nyforfattet sæt forelæsningsnoter blev hakket i stykker af en gruppe kutteklædte bøddler – som gav nogle af os ældre blandt tilskuerne kuldegys med tanke

på bogbrændingerne i 1930'erne. Ofte kan det selvfølgelig give en vis kynisk fornøjelse at se kollegerne blive hængt ud, men på den anden side kan det give endnu mere frustration, hvis man må konstatere, at man selv er for kedelig til at blive karikeret. Først og fremmest ligger fornøjelsen dog i at se vores unge studerende folde sig ud i helt nye roller, både som skuespillere og som organisatorer.

Revyens spontane, men traditionsbevidste publikum er en oplevelse for sig. Før forestillingen kan der udvikle sig en veritabel sangerdyst, hvor fysikere og dataloger synger smædeviser om hinanden. Denne fagfascisme er imidlertid (og naturligvis) rent spil for galleriet: ved nærmere inspektion opdager man, at en sektion i salen er reserveret til datalogernes revyfolk. I det hele taget er der et omfattende samarbejde mellem revyerne i de forskellige naturvidenskabelige fag, endnu et positivt element i denne aktivitet.

Der er selvfølgelig mange andre temaer der er berørt i FysikRevyerne. Her har vi forsøgt at fremhæve nogle eksempler på tekster, der efter vores mening udtrykker nogle væsentlige aspekter ved dét, at studere fysik. Teksterne er hentet fra programmet til Jubilæumsrevyen og sanghæftet der bruges på fysikstudiet. Man kan læse en omtale af sangen *Forever Kvant*, fra FysikRevy 2011, i KVANT nr. 1, 2013 og se videoer m.m. på nedenstående links.

Vi ønsker FysikRevyTM tillykke med de 25 år!

Litteratur

- [1] FysikRevyens hjemmeside, <http://www.fysikrevy.dk>
- [2] FysikRevyens kanal på YouTube, <http://www.youtube.com/FysikRevy>
- [3] FysikRevyen på facebook, <https://www.facebook.com/fysikrevy>.



Finn Berg Rasmussen, lektor emeritus ved Niels Bohr Institutet og af IRUMI, har set samtlige FysikRevyer 1989-2013 og er blevet karikeret flere gange, bl.a. i sketchen "Reversibel rødspættefilettering". Motto: "Tro ikke at det er nok med en Carnot-maskine... Det skal gå endnu langsommere..."



Michael Cramer Andersen underviser i fysik og astronomi på Christianshavns Gymnasium og er redaktør af KVANT. Han var aktiv i FysikRevy-gruppen i midten af 1990'erne.

Big Bang poesi

Af Michael Cramer Andersen

Kan det moderne naturvidenskabelige verdensbillede formidles gennem poesi? I dette lille "episke digt" fortælles om Universets udvikling fra Big Bang til dannelsen af atomer, stjerner, galakser og det undrende menneske. Naturvidenskab og poesi kan virke som modsætninger – to uforenelige beskrivelses- eller erkendelsesformer – men de kan også tilsammen skabe et frugtbart spændingsfelt, hvor de tilfører hinanden noget interessant og væsentligt.

Et videnskabspoetisk eksperiment

På overfladen kan det godt virke som om, at videnskab og poesi er modsatte udtryksformer. Hvor et af naturvidenskabens idealer er, at være så præcis og *objektiv* som mulig, så meningen med en beskrivelse ikke kan misforstås, forsøger poesien bl.a. at indfange følelser og stemninger, der altid må være *subjektive*.

Naturvidenskabens resultater er dog kun foreløbige, idet *tvivlen altid ligger gemt* bag enhver måling og antagelse. Man må forholde sig kritisk og skeptisk til videnskabens forskellige målinger, teorier og fortolkningerne af dem. Der er desuden sjældent enighed blandt forskerne.

Læseren af et digt vil fortolke det med sine egne erfaringer, hvorved selve oplevelsen bliver subjektiv. Der kan optræde metaforer (der kan minde om videnskabens modeller) samt antydninger, der begge dele er *tvetydige*. Men med rim og rytmiske strukturer kan et digt også skabe *sin egen logik* og "subjektive sandhed".

Disse digte skal nok nærmere ses som videnskabsformidling end litteratur – "Universet sat på vers". Men måske kan de inspirere læseren til, at filosofere lidt over livet og Universet og hvad meningen med det hele er?

NATURLOVENE

Strukturen i vort univers,
bestemmes jo på kryds og tværs.
Af fire store kræfter,
der til hinanden kæfter.

En voldsom krig de fire har,
en skøn forening var nu rar.
Ved skabelsen de mødtes,
og hele verden fødtes.

BIG BANG

Hør hvad der nu vil blive sagt,
begyndelsen var ret abstrakt.
Et rumtidsskum pulserer,
og bobler producerer.

En lille boble inflaterer,
den vokser bare mere og mere.
Når inflationen går i stå,
partikler dannes meget små.

Det tomme rum det summer,
en masse liv det rummer.
Lidt stof og antistof opstår,
igen det snart forgår.

KERNER OG ATOMER

Protoner og neutroner er,
for kerner vigtige, hver især.
Mens temperaturen falder,
de på hinanden kalder.

Fusionen varer ganske kort,
de vokser men dog ikke stort.
En fjerdedel til helium smedes,
og stoffet det ophedes.

Mens kerner elektroner fanger,
og lysfotoner væk dem stanger.
Vil densitet og temperatur
nu falde som var det et ur.

Men da det bliver mere koldt,
atomer bliver sammenholdt.
Hvad sker der – mon du gætter?
Ja, hele tågen letter!

To lette gasser, neutrale,
de kan nu sagtens prale.
I store skyer vil de mødes,
og mange stjerner fødes.

STJERNER OG GALAKSER

Når stjerner dannes mange nok,
de danser rundt i samlet flok.
i baner rundt de flakser,
det kaldes vist galakser.

Galakserne i hobe er,
som hvis de har hinanden kær.
For tyngdekraften samler,
måske de sammen ramler.

De mindste spises af de større,
hvorfor vil de mon dette gøre?
Jo mere masse som de tar,
des større appetit de har.

PLANETER OG LIV

Når supernova blæser start,
et solsystem er grydeklart.
De lette gasser venter,
på tunge elementer.

En kæmpemæssig støvet skive,
vil snart til Solsystemet blive.
Mens alle stoffer sammen bokser,
det sker, at støvkorn vokser.

På hundred millioner år,
en klippeklode den opstår.
Ved tusindvis af sammenstød
og henfald, blev planeten blød.

Fra Solsystemets ydre egne,
kometerne de snart vil regne.
En masse vand de rummer,
som ud i havet skummer.

Fra urcellen det hele starter,
og spredes ud i mange arter.
Igennem mange generationer,
udvikles liv ved mutationer.

MENNESKET

I hundred millioner år,
de største dyr på Jorden går.
Fra rummet kom kometen stor,
og faldt ned som meteor.

En masse arter dør men pyt,
det skaber plads for noget nyt.
Kometen blev til smeltet vand,
og er i dag en mand.

Et menneske er jo en abe,
som mange nye ting kan skabe.
Opfindelser til stort og småt,
de glæder når de virker godt.

Med pile kan han dyret jage,
og derpå med en kniv det slagte.
Lidt uld til tøj og skind til sko,
i hus af sten hun godt vil bo.

På marken vendes jord med plov,
her får man gavn af dyr med klov.
Når mange gode frø man sår,
en endnu større høst man får.

En særlig abe uden hår,
den har en hjerne der forstår.
Idéer vikles ud med sprog,
mon aben nu er rigtig klog?

Hvis liv er udbredt i Galaksen,
hvor finder man da mer' af slagsen?
Hvordan skal aben uden vinge,
sit udstyr væk fra Jorden bringe?

SOLENS DØD

Når Solen brænder ud en dag,
så svulmer op de ydre lag.
Som kæmpestjerne kold og rød,
den får en anden glød.

Hvis Solen ud til Jorden når,
en masse ting nu foregår.
Mens Solens styrke vokser støt,
vil Jorden ende dødt.

Når varmen Jordens lufthav rammer,
vil molekyler stå i flammer.
Det sidste liv på jord har trampet,
når verdens have er fordampet.

Mens biomassen brænder bort,
så bliver overfladen sort.
En del af Jorden blæses væk,
og undgår derved Solens træk.

Fra Solen tunge stoffer smides,
en sky af gas og støv udvides.
Berigelse af Mælkevejen,
det er en vigtig del af legen.

EN SKY AF ATOMER

En sky af atomer bli'r til stjerner,
måske til en planet med hjerner.
En hjerne fyldt med nerveceller,
der milliarder tæller.

Her mødes kvinde og mand i brunst,
her skabes videnskab og kunst.
En Mozart spiller komedie,
og Tolstoj skriver tragedie.

De kræfter der virker i stort og i småt,
har dannet et univers så flot.
Man tænker – hvor kommer det hele fra?
Har der ligget en masterplan klar?

UNIVERSET I MENNESKET

Et lille væsen på en jord,
opbygget af celler er han stor.
Imellem to uendeligheder,
han udforsker verdens mærkværdigheder.

Vort univers er ikke skabt,
naturligt er det jo frembragt.
Selv spirituelle, tænkende aber,
er selvorganiserede – ingen skaber.



Michael Cramer Andersen er cand. scient. i astrofysik fra Københavns Universitet 2002. Han underviser i fysik og astronomi på Christianshavns Gymnasium, er redaktør af KVANT og har igennem 20 år arbejdet med formidling af bl.a. videnskabshistorie, kosmologi og partikelfysik. Han er især optaget af hvordan Universet er opstået og har udviklet liv.

Gaia-missionens snørklede tilblivelse

Af Erik Høg

I december 2013 opsendes en ny stor astrometrisk satellit: Gaia. Den skal ligesom den første astrometriske satellit Hipparcos, opsendt i 1989, måle stjerners positioner, bevægelser og afstande men den bliver én million gange så effektiv. Allerede mens Hipparcos observerede, fødtes idéen til en forbedret satellit. Her fortælles hvordan en række idéer til astrometri i rummet under skiftende projektnavne som "Roemer" og "GAIA", og gennem et indviklet forløb med mange fejltagelser, endte med at blive til virkelighed med Gaia-satellitten.

Indledning

Den første astronomiske satellit til måling i *optiske bølgelængder* var Hipparcos, der blev vedtaget af European Space Agency, ESA, i 1980. Den var således en nyskabelse, og det på trods af, at den skulle udføre noget så "gammeldags" som måling af stjerners positioner, bevægelser og afstande, altså astrometri, som de fleste astronomer fandt kedsommelig i sammenligning med astrofysikken. Astrometri var hovedsagen i astronomi siden oldtiden lige indtil for et hundrede år siden, da astrofysik tog over gennem anvendelse af den gryende atomfysik.

Men Hipparcos blev så stor en succes at ESA i 2000 vedtog en ny astrometrisk satellit, GAIA, som skal opsendes i december 2013, dog med det ændrede navn Gaia. Vejen dertil begyndte i USSR i 1990, og den blev meget snørklet. Her fortælles hvordan ideerne opstod, og i 1992 førte til mit forslag kaldet Roemer, hvor principperne for et meget effektivt design blev lagt frem. Jeg deltog i hele udviklingen på nært hold i ESA.

Optisk astronomi fra rummet

Da jeg i 1975 blev trukket ind i rumforskning, havde astronomiske målinger fra rummet altid handlet om stråling, der ikke kan trænge igennem Jordens atmosfære: Gamma, røntgen, ultraviolet og infrarød stråling og kosmisk partikelstråling. Teleskoper på Jorden kan kun måle i det optiske, altså i bølgelængder omkring en tusindedel millimeter, og astronomien var i århundreder baseret på dette. Hertil må dog føjes, at radiobølgerne fra universet, som allerede i 1930'erne var blevet opdaget med antenner på Jorden, hurtigt kom til at spille en stor rolle i astronomien.

Derfor mødte forslag om astrometriske målinger fra en satellit med en optisk detektor betydelig skepsis, da det først blev foreslået i 1964 af Pierre Lacroute, direktør for observatoriet i Strasbourg. Når det samtidig drejede sig om den "gammeldags" astrometri, var det klart, at sådanne forslag ville få det svært. Men i Frankrig arbejdede man på sagen, og dér fængede ideen.

Miraklet Hipparcos

Ideen blev dog taget op af ESA, og jeg blev medlem af en studiegruppe, der mødtes første gang i oktober 1975. Jeg har tidligere fortalt, hvorledes erfaringen med bygning af astrometriske instrumenter ved observatoriet i Hamburg 1958-73 satte mig i stand til hurtigt at designe

en mere realistisk satellit, hvor nogle af Lacroutes ideer indgik, og som blev grundlag for udviklingen af Hipparcos. Se herom i [1] og [2], hvor Tycho eksperimentet om bord på Hipparcos satellitten også omtales.

Hipparcos missionen blev vedtaget af ESA i 1980, men det var meget vanskeligt at få beslutningen igennem. Den næsten mirakuløse proces omkring beslutningen er beskrevet i sidste afsnit af [3].

Ideen med Hipparcos var især, at måling uden for Jordens atmosfære ville kunne undgå de variationer i retningen til en stjerne, som lysets passage gennem atmosfæren giver. Denne *lufturo* er årsag til usikkerhed i astrometri med selv de nøjagtigste teleskoper på Jorden.

En anden fordel er, at man fra en satellit kan måle hele himlen, mens man fra et observatorium på fx den nordlige halvkugle kan se hele nordhimlen, men kun en del af sydhimlen. Til gengæld har man andre udfordringer med en satellit: Fx byder den ikke på en stabil basis for et teleskop, som den solide jordklode gør, og den befinder sig i fuldt sollys det meste af tiden. Så der var teknologiske udfordringer at overvinde, før man kunne erobre rummet for astrometri.

Satellitten blev kaldt *Hipparcos* efter den græske astronom Hipparchos, men navnene skrives med henholdsvis -cos og -chos.

Hipparcos observationerne fra 1989-93 overgik alle forventninger, både med hensyn til nøjagtighed og antal af målte stjerner. Dette er nærmere beskrevet i [2] sammen med de astronomiske anvendelser.

Ny begyndelse i Rusland

Første skridt i 1990

Omkring Hipparcos var vi fuldt optaget af at gøre regneprogrammerne til data-reduktionen klar, da vi modtog de første observationer fra satellitten i slutningen af 1989. Ingen af os havde overhovedet tænkt på en efterfølger. Men ved en konference i Leningrad i USSR (senere Sankt Petersborg i Rusland) i oktober 1989 præsenterede både vore amerikanske og russiske kolleger planer om astrometriske satellitter. Det var dog noget, jeg knap lagde mærke til, da mine tanker var helt optaget af Hipparcos og Tycho.

Konferencen startede en udvikling for mig, som jeg har beskrevet udførligt i [4], hvorfra det følgende er uddraget, og hvor flere figurer og referencer findes. Udviklingen havde lange forløb med arbejde på noget, der

senere blev helt forladt, især ideerne om interferometri.

Det amerikanske projekt *POINTS* skulle bestå af interferometre til måling af vinkelen mellem to stjerner med meget høj nøjagtighed og således efterhånden dække himlen med et net af nogle tusind stjerner. Ideen blev ført videre hos NASA under navnet *SIM*, men blev helt opgivet i 2010.

Russerne havde hele tre satellit-projekter på tegnebordet som efterfølgere for Hipparcos. Det var hensigten, de skulle opsendes inden 1997 og opnå mindst samme nøjagtighed som Hipparcos for positioner af de samme 120.000 stjerner. Man ville så kunne beregne hver af disse stjerners bevægelse ud fra de to positioner med 10 års mellemrum med en hidtil uset nøjagtighed. Det ville betyde et spring i vor forståelse af Mælkevejen – men ingen af projekterne blev til virkelighed, bl.a. på grund af Sovjetunionens sammenbrud i 1991.

Imidlertid bragte disse russiske ideer mig ind på tanken om en efterfølger til Hipparcos. Det skete, da jeg i 1990 igen besøgte USSR efter invitation fra Pulkovo-observatoriet ved Leningrad for at holde foredrag om Hipparcos, som russerne var meget optaget af. De sendte mig på en rejse ledsaget af Mark Chubey, leder af gruppen omkring AIST satellitten (figur 1). Vi besøgte det store rumcenter ved Moskva og et observatorium i Kaukasus, en filial af Pulkovo.

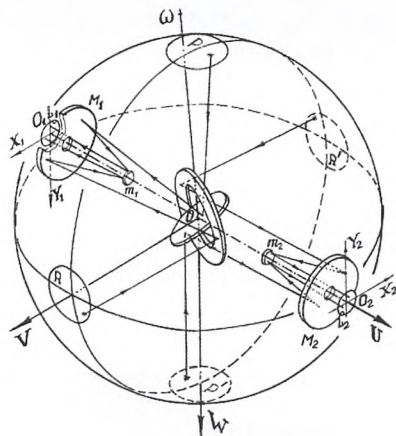


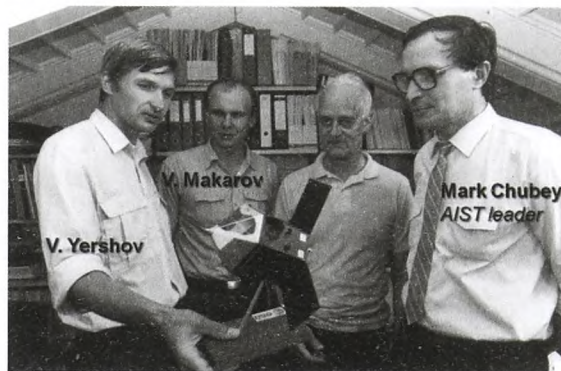
Fig. 3. AIST schematic

Figur 1. Den russiske astrometriske satellit, AIST, fra 1989 skulle skanne hele himlen med to teleskoper, i stil med Hipparcos, men den blev aldrig realiseret.

På rejsen var der god lejlighed til samtaler, hvor jeg prøvede at sætte mig ind i de russiske planer, især AIST, fordi det var en *skannende* satellit, dvs en satellit, der drejer sig hele tiden, mens den måler. Den skulle altså måle hele himlen på næsten samme måde som Hipparcos allerede var i gang med. Men efter en dags tid med forgæves forsøg på at forstå hvordan AIST overhovedet skulle fungere, opdagede jeg, at jeg var mere optaget af selv at designe en forbedret Hipparcos!

Det blev indledningen til flere, gensidige besøg i Rusland og i København, hvor vi hver gang forelagde nye og stadig bedre ideer. Ved et internationalt symposium i Moskva i juni 1991 præsenterede Chubey og jeg en Hipparcos-2, der ville være ti gange bedre end Hipparcos gennem anvendelse af flere fotoelektriske

detektorer af samme slags som i Hipparcos, altså fotomultiplikator og image dissektor, der hver kun målte én stjerne ad gangen.



Figur 2. Det russiske hold omkring AIST besøgte København i 1991 og betragter her min Hipparcos model. En af dem, Valeri Makarov, blev derefter syv år hos mig og arbejdede på Tycho-1 og Tycho-2 katalogerne sammen med Claus Fabricius.

Vi skrev en artikel til symposiets proceedings, som dog aldrig udkom, bl.a. på grund af den politiske situation. Statskuppet mod Michael Gorbachov fandt faktisk sted i de dage af august 1991, da de tre russiske partnere mødte os i København, se figur 2.

Lennart Lindegren fra Lunds observatorium deltog meget aktivt i vore møder. I kraft af sit matematiske talent har Lennart været en uundværlig partner for mig gennem alle årene, siden jeg fik ham inddraget i Hipparcos-projektet i 1976.

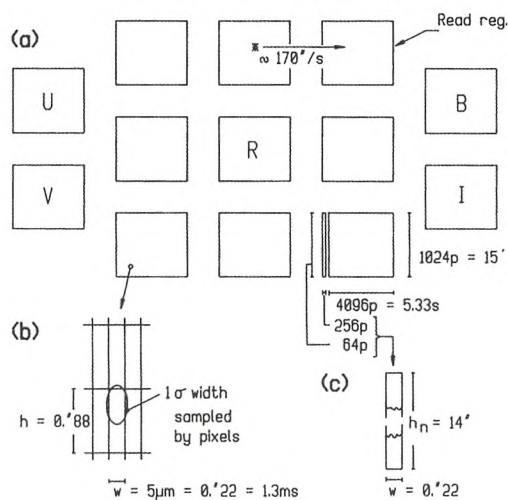
Jeg gav altid en kort beretning om arbejdet med russerne ved det påfølgende møde i *Hipparcos Science Team*, dog uden at det vakte nogen synderlig interesse. Vores fremragende leder gennem alle årene 1981-2006 var Michael Perryman, han gav mig hver gang kun tøvende de ti minutter, jeg bad om. Hvorfor han var så tøvende, forstod jeg først mange år senere, da han sagde, at det jo dengang var hans opgave at få taget observationerne med Hipparcos og få dem reduceret til et stort katalog, men *ikke* at designe en ny mission! Klart.

Jeg hørte i marts 2013 fra Claus Fabricius, der arbejder på Gaia i Barcelona, at *Gaia Science Team* var lige så tøvende med at tænke på en efterfølger til Gaia. Her havde ESA imidlertid taget initiativet og pressede på, for at der angives et mål om en opsendelse i 2028 eller 2034, der var dog ikke blevet bedt om et bestemt design. Lennart Lindegren skal for nogle år siden have sagt, at Erik Høg nok dukker op med designet til en ny mission, en bemærkning der blev opfattet som både humoristisk og som "et kompliment til dit ihærdige arbejde mange år efter pensionsalderen", skrev Fabricius. Det er faktisk sket, idet jeg i maj fik ideen til et forslag, som jeg sendte til ESA om, at en modificeret Gaia, der bør kaldes Roemer, bliver opsendt om tyve år, Høg [5].

Roemer

Sidst i 1991 begyndte jeg at tænke på andre detektorer end de fotoelektriske, som vi brugte i Hipparcos. Her

var CCD'er den oplagte mulighed, fordi de ville kunne måle på mange stjerner samtidig og de havde ti gange bedre udnyttelse af fotonerne. Dog var der problemer med CCD'er, i de år var der tvivl om deres stabilitet, og CCD'er var ret små. I dag har ganske store CCD'er (Charge Coupled Device) afløst fotografisk film i alle kameraer.



Figur 3. Fokalplanet i Roemer satellitten med CCD'er som foreslået af forfatteren i 1992. Stjernerne bevæger sig fra venstre mod højre gennem feltet, imens lyset frigør ladninger, der føres videre elektronisk og lyset således integreres under passage af hver CCD. Der udføres astrometri med 8 CCD'er og fotometri i farverne UBVRI med 5 CCD'er. (Høg 1993).

Først designede jeg sammen med Lennart Lindegren en satellit, hvor CCD'er blev anvendt bag et *modulationsgitter* som i Hipparcos. Når man lod stjernen passere hen over et sådant meget nøjagtig og stabilt gitter, ville stabilitetsproblemet være løst. Vi opdagede, at instrumentet ville blive 1000 gange så effektivt som Hipparcos. Denne faktor var beregnet ud fra antallet af stjerner og den statistiske vægt af den enkelte måling af stjernens position.

Det gav jo blod på tanden, så nu vovede jeg springet til at måle stjernerne direkte med CCD'er anbragt i teleskopets brændplan. Det viste sig at være 100.000 gange så effektivt som Hipparcos med samme størrelse kikkert! Den satellit kaldte jeg *Roemer*⁵. Ole Rømer fortjener en satellit, fordi han fornyede astrometriske instrumenter med opfindelse af passageinstrumentet og meridiankredsen for 300 år siden. Det må erindres, at Tycho Brahe ikke kendte kikkerten, der blev opfundet efter hans tid, og som Ole Rømer forstod at udnytte til astrometri.

Disse to projekter med anvendelse af CCD'er præsenterede jeg på en astrometrisk konference i Shanghai i september 1992, og især Roemer forslaget vakte interesse. Nu gik udviklingen hurtigt, pludselig var der nemlig i kredsen om Hipparcos stor interesse for en ny satellit.

ESA indkaldte forslag til en mellemstor mission kaldet *M3*. Vi mødtes i marts 1993, se figur 4, og indsendte et forslag om Roemer.



Figur 4. Roemer holdet ved et møde i marts 1993 i København: J. Kovalevsky, L. Lindegren, J.-L. Halbwachs, V.V. Makarov, E. Høg, F. van Leeuwen, J. Knude. Ikke til stede: U. Bastian, G. Gilmore, A.E.H. Labeyrie, J.W. Pel, H. Schrijver, R. Stabell, P. Thejll.

Dette forslag blev godt modtaget, idet det blev bedømt som det bedste videnskabelige forslag af *ESA's Astronomy Working Group*. Alligevel blev det ikke vedtaget, men man foreslog, at det skulle være en *hjørnestensmission*, altså en større mission, hvis det var muligt at opnå ti gange så god nøjagtighed, altså 10-20 mikrobuesekunder i stedet for det vi tilbød med Roemer.

Det syntes vi i første omgang var noget urimeligt, og måske så astrofysikerne dette skaktræk som en måde at skaffe sig af med en konkurrent, i hvert fald i første omgang. Men det betød jo også, at vi fik bedre tid til gøre Hipparcos og Tycho katalogerne færdige, og det skulle vise sig, at vi kunne præstere den forlangte ti gange bedre nøjagtighed med CCD'erne.

I vort forslag om Roemer nævnte vi muligheden for at anvende en interferometrisk teknik, og det skulle blive det helt store emne for satellit astrometri i de følgende år – indtil vi i januar 1998 måtte indse, at det var en fejltagelse, en blindgyde!

Interferometri var sagen

En stor Roemer og GAIA

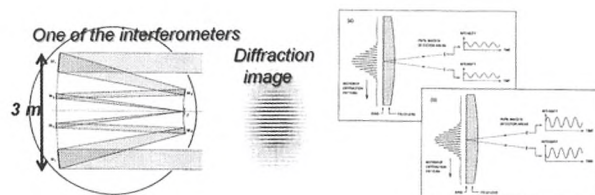
ESA inviterede snart efter til at indsende forslag om hjørnestensmissioner. Vi sendte et forslag med et følgebrev af 12. oktober 1993 underskrevet af Lennart Lindegren om "studium af en stor Roemer mission og en GAIA mission som to muligheder (options) uden at foretrække den ene for den anden." Der blev vedlagt en beskrivelse af GAIA konceptet, udarbejdet især af Lindegren og Perryman, hvor GAIA var acronym for "Global Astrometry by Interferometry for Astrophysics." Systemet fremgår af figur 5.

Et officielt svar på vort forslag modtog vi først godt tre år senere, men vore tanker førte os straks videre, samtidig med at vi passede data-reduktionerne for Hipparcos og Tycho.

Mine tanker gik først i retning af en "stor Roemer", for det var jo indlysende, at man bare ved større åbning af teleskoperne kunne opnå den ønskede større

⁵Dette forslag om en astrometrisk satellit med navnet Roemer må ikke forveksles med det senere forslag omkring år 2000 fra astronomer i Aarhus om en dansk satellit med navnet *Rømer* til et andet astronomisk formål, et projekt der dog desværre måtte opgives efter nogle år.

nøjagtighed. Derfor foreslog jeg ved et symposium i Haag i august 1994 *Roemer+* med spejle på 70 cm diameter (se [4]). Her havde man brug for sensorer med picometer nøjagtighed til at måle afstande mellem de optiske og mekaniske komponenter. Det var aldrig prøvet før, men det havde man også brug for ved GAIA forslaget, så det skulle ikke være nogen særlig hindring. Ved samme lejlighed forelagde Lindegren og Perryman sidste udgave af GAIA konceptet.



Figur 5. GAIA systemet blev forelagt i oktober 1993 af Lindegren et al. Et Fizeau-interferometer (t.v.) bringer to strålebundter fra stjernen til interferens, så billedet af stjernen deles i striber som vist i midten. Disse striber skal måles med et modulationsgitter som vist t.h. Tre sådanne Fizeau-interferometre skal pege på den samme storcirkel for at skanne himlen i stil med Hipparcos, se figur 6.

Jeg måtte konstatere, at *Roemer+* ikke vakte nogen interesse. Det var klart, at vinden bar i retning af interferometri, og den retning fulgte jeg så også.

I en periode var jeg medlem af et amerikansk team, hvis forslag hed *FAME*, der også byggede på interferometri. Denne forbindelse førte til, at jeg tidligt fik en optisk tegning af *FAME*. Dog kunne jeg ikke forstå systemet, men så slog lynet ned i mig: et *Gregory-teleskop* måtte være løsningen. Et Gregory teleskop består af et stort og et lille hulspejl, der vender mod hinanden. Et prisme anbragt i det første fokus kan danne spektre af alle stjerner, hvorved man kan udføre både astrometri og spektro-fotometri.

Det blev kaldt *GAIA95*, som jeg udarbejdede med mine to medarbejdere på Tycho data-reduktionen, Claus Fabricius og Valeri Makarov. *GAIA95* med et spejl på 150 cm diameter kunne give en nøjagtighed på 10 mikrobusekunder ved 14. størrelsesklasse.

Mit medlemskab af *FAME* opgav jeg hurtigt, fordi Perryman med rette argumenterede, at vi skulle designe en astrometrisk satellit for ESA, og ikke blive et *center for design af astrometriske satellitter*. Men vi bevarede kontakten til *FAME-gruppen*.

DIVA i Tyskland 1996-2004

Snart efter at rapporten om *GAIA95* var sendt ud, fik jeg en opringning fra min kollega og medarbejder gennem mange år, Ulrich Bastian i Heidelberg. Han spurgte, om jeg kunne holde på en hemmelighed et par måneder, og det lovede jeg. Han sagde så, at jeg kunne se frem til opsendelsen af en satellit efter *GAIA95* design inden min 70 års fødselsdag, dvs før 17. juni 2002.

Bastian og hans tyske kolleger arbejdede på et projekt, der blev kaldt *DIVA*. Teleskopet var ti gange mindre end *GAIA95* og have altså en åbning på 15 cm. Det blev studeret og udviklet af tysk industri, og jeg

var en kort tid medlem af *DIVA* holdet. Senere skete udviklingen i samarbejde med amerikanerne, men blev dog endelig opgivet i 2004, da finansieringen fra NASA svigtede. Tyske astronomer besluttede så helt at gå ind i ESAs projekt – en meget lykkelig og vigtig beslutning for europæisk astrometri. På det tidspunkt var ESAs projekt meget langt fremme.

Hjørnestensstudie besluttet af ESA

I 1997 besluttede ESA, at *interferometri fra rummet* skulle studeres som hjørnesten. Den første kandidat til et sådant studium var vort forslag om astrometri, altså *GAIA*. ESAs anden kandidat var en infrarød mission med interferometri, der snart fik navnet *Darwin*. Studier af *Darwin* blev helt standset i 2007.

I marts 1997 modtog vi et brev fra ESA med indbydelse til at blive medlem af studiegruppen og læste, at man primært valgte *space interferometry* som hjørnesten. En stor *Roemer*, som vi udtrykkelig også havde foreslået i 1993, nævnes slet ikke. Jeg tvivler på, at astrometri var blevet valgt, hvis vi alene havde foreslået en stor *Roemer* uden interferometri. Nogle vidste, at beslutningstagere i ESA havde et stærkt ønske om udvikling af interferometrisk teknik for rummet. Det skulle imidlertid vise sig at være forkert, eller i hvert fald for tidligt, for det lykkedes hverken i ESA eller NASA, hvad der fremgår af det følgende og af ovenanførte om NASAs projekt *SIM*.

Faktisk var vi i studiegruppen lidt bange for, hvad ESA ville sige, da vi i 1998 helt forlod interferometri. Vi tænkte dog, at ESA måtte ønske videnskaben og ikke et bestemt design. Vi beholdt i hvert fald navnet *GAIA* med store bogstaver i mange år, hvor det store "I" jo som nævnt ovenfor stod for Interferometri, skønt der ikke mere var nogen som helst interferometri i satellitten. Først ca. 2004 gik vi over til at skrive *Gaia*. Men dette navn er også uheldigt, fordi det kan lede tanken hen på Lovelocks ideer om hel-Jorden, som vores satellit virkelig intet har med at gøre.

I de følgende otte år havde to industrikonsortier en række kontrakter med ESA på at studere vores satellit, et konsortium *MMS* (Matra Marconi Space) med hovedkvarter i Toulouse og *Alenia* med hovedsæde i Torino.

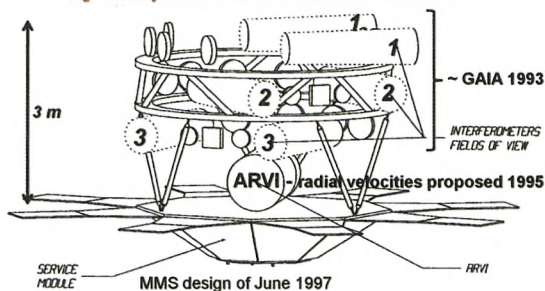
Alenia forfulgte hele tiden et koncept med interferometri, og det var vigtigt, at dette skete, fordi ESA jo havde udvalgt interferometri fra rummet til hjørnestensstudie. Der blev således lavet et omhyggeligt studium af, om interferometri faktisk egnede sig til vort formål, og svaret var et klart *nej*.

Det var dog hele tiden klart for mig og de fleste andre, at *MMS*, eller *EADS Astrium*, som firmaet nu hedder, havde det bedste produkt.

Industriens medvirken betød straks store ændringer i design. Allerede i juni 1997 så vi det første udkast fra *MMS*. Det indeholdt tre interferometre ganske som foreslået i 1993. Det fremgår af figur 6, at mange optiske og mekaniske komponenter skulle holdes på plads med en uhyre nøjagtighed, der aldrig før var prøvet.

3 stacked Fizeau interferometers + telescope for radial velocities

The 18 mirrors and 3 focal planes of the interferometers require high stability of order nanometers and microarcseconds



Figur 6. Dette design af GAIA blev forelagt i det første udspil i juni 1997 fra industrien, MMS (Matra Marconi Space). Systemet blev dog hurtigt forkastet af industrien og i januar 1998 også af os i ESA til fordel for et andet system med direkte måling af stjernerne på CCD'erne. Hermed var interferometrien helt ude af spillet – men navnet GAIA beholdt vi af strategiske grunde, skønt det store "I" stod for Interferometri!

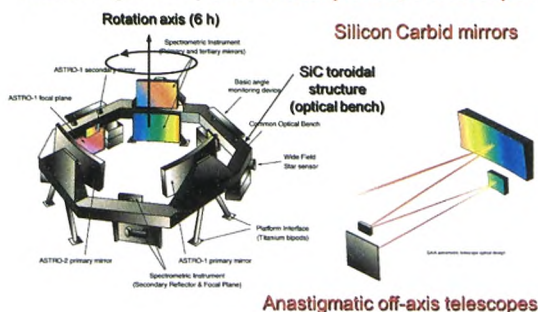
Et andet problem var, at de to teleskoper i hvert interferometer havde ret små åbninger i forhold til, hvad der kunne være plads til i satellitten, eller rettere plads til i raketten. Man fik altså mindre lys ind og tabte derved i astrometrisk nøjagtighed.

Set i bagklogskabens klare lys, synes disse problemer så indlysende, at vi selv burde have taget dem alvorligt, men det var industriens arbejde, der gjorde udslaget.

Interferometri forkastes

Begge problemer blev løst, da ESA og GAIA studiegruppen i januar 1998 gik med på MMSs forslag om helt at forlade interferometrien. Man vendte faktisk tilbage til en stor Roemer, uden dog at dette nogensinde blev nævnt dengang, heller ikke af mig, skønt jeg havde foreslået den store Roemer+ i 1994.

Telescopes and payload of GAIA = 2nd large Roemer MMS design of mid 1998: 4 focal planes, 3 telescopes



Figur 7. GAIA design i juni 1998. Interferometri er helt opgivet og det er blevet til en stor Roemer, men navnet GAIA beholdes. Der er tre teleskoper, to til astrometri og et til fotometri og spektroskopi, i alt 4 fokalplaner.

I det nye design, se figur 7, var der to store teleskoper til astrometri og et tredje til spektrometri og fotometri. Men heller ikke dette design var den endelige løsning, som MMS først nåede frem til at foreslå i 2005.

Opsendelse og resultater

Studierne førte til, at MMS i 2005 vandt den endelige kontrakt om bygning af Gaia, der nu er klar til opsendelse i december 2013. Herom skal den følgende artikel i Kvant handle, og til den tid vil der forhåbentlig kunne berettes om de allerførste målinger.

Gaia vil være en million gange så effektiv som Hipparcos, fordi Gaia måler med detektorer, der udnytter lyset ti gange bedre end dem, der sad i Hipparcos, og fordi Gaia måler tusindvis af stjerner samtidig, mens Hipparcos kun målte én stjerne ad gangen, og desuden fordi spejlene i Gaia er meget større.

Meget spændende er det jo, om det hele virker, som det skal. Er billederne skarpe? Er spektrene gode? Kan CCD'erne tåle det stadige bombardement af protoner fra den kosmiske stråling?

Kan beregningerne følge trop med de enorme datamængder? Der vil hele tiden komme en million bits per sekund fra satellitten, og mere end 400 mennesker i 20 europæiske lande arbejder med de meget komplicerede beregninger, der skal foretages i 6 centre for procesring.

De første resultater ventes offentliggjort i 2015 baseret på godt ét års observationer. Flere foreløbige resultater skal følge, og de endelige resultater ventes i 2021 efter fem års observationer. Missionen kan evt. forlænges med 1-2 år.

Resultaterne vil i de næste årtier blive udnyttet indenfor næsten alle astronomiens områder, såsom: Galaksens dynamik; Reference-systemet; Kosmologi, kvasarer, galakser; Afstande i universet; Interstellare skyer; Aldersparadokset; Stjerner svingninger; Variable stjerner; Dobbeltstjerner; Planetsystemet; Exoplaneter, hvilket vil blive uddybet i en kommende artikel i Kvant.

Litteratur

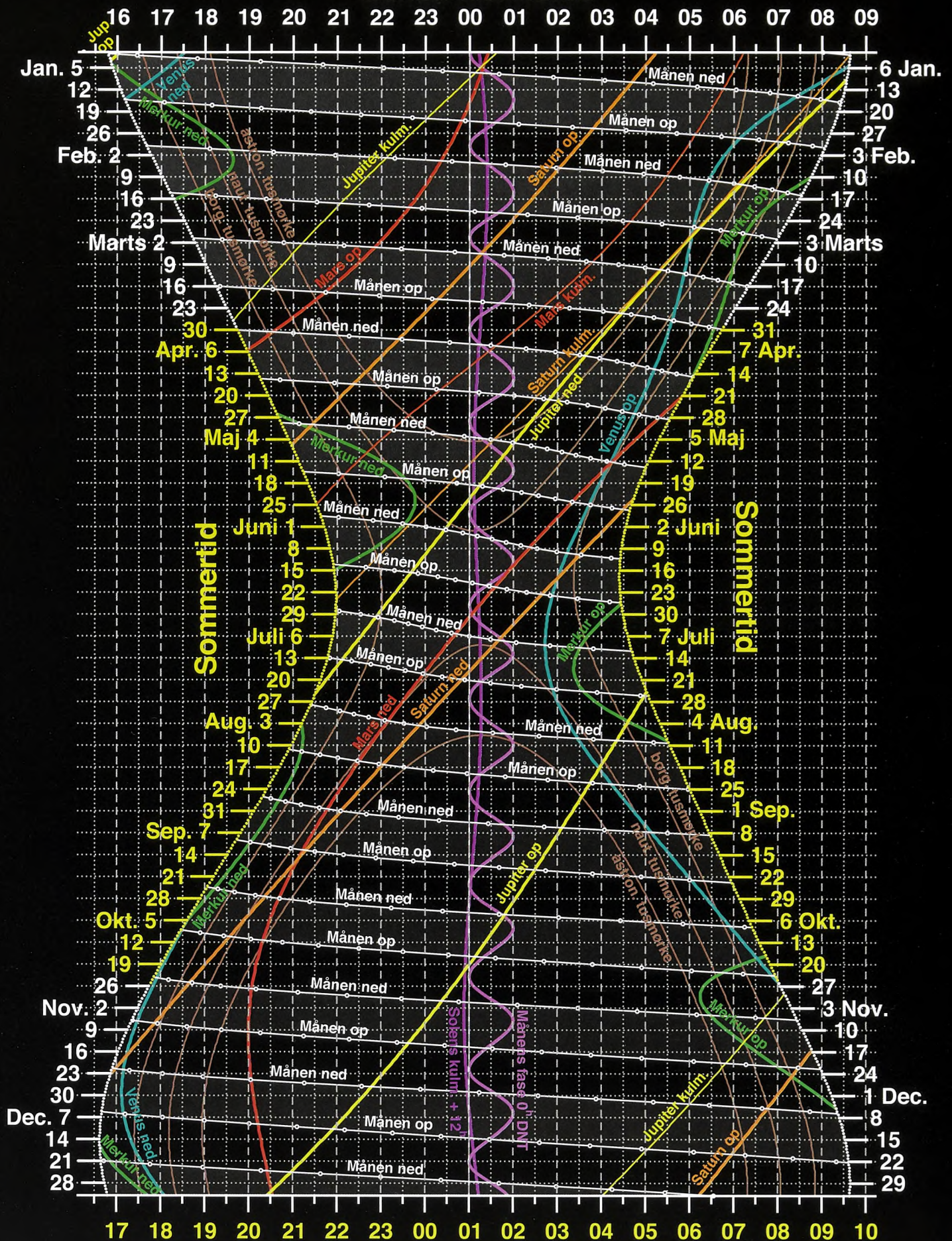
- [1] E. Høg (2010), En landmåler i himlen. Kvant nr. 3, oktober 2010.
- [2] E. Høg (2011), Astrometri fra antikken til i dag. Kvant nr. 3, oktober 2011.
- [3] E. Høg (2013), Astrometry 1960-80: From Hamburg to Hipparcos. <https://dl.dropbox.com/u/49240691/AG2012AK0.pdf>
- [4] E. Høg (2011), Astrometry history: Roemer and Gaia. <http://arxiv.org/abs/1105.0879>
- [5] E. Høg (2013), What should follow Gaia? <https://dl.dropbox.com/u/49240691/GaiaFollow.pdf>
- [6] Læs mere om Hipparcos, Tycho-2 og Gaia: <http://www.rssd.esa.int/Hipparcos>
<http://www.astro.ku.dk/~erik/Tycho-2/>
<http://www.rssd.esa.int/Gaia> (teknisk information)
<http://gaia.esa.int> (nyheder).



Erik Høg er dr. scient., emeritus, Niels Bohr Institutet. Medlem af Gaia science team 1990-2007 og formand for arbejdsgruppen for fotometri.

Planetkalender for København 2014

Dansk Normaltid



Interview med Alain Aspect der fik Bohr-medaljen

Af Michael Cramer Andersen, KVANT

Den 7. oktober 2013 fik den fremtrædende franske fysiker Alain Aspect overrakt Niels Bohr guldmedaljen, indstiftet af Ingeniørforeningen IDA i 1955. Niels Bohr var den første modtager og frem til 1982 blev medaljen uddelt hvert 3. år til en række fysikere herunder Heisenberg, Feynman, Bethe og Wheeler [1]. IDA markerede 100-året for Bohrs atommodel med en ekstraordinær uddeling af medaljen i samarbejde med Niels Bohr Institutet og Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab.



Figur 1. Professor Alain Aspect får overrakt Ingeniørforeningens Niels Bohr-guldmedalje af H. M. Dronning Margrethe. Foto: Henrik Frydkjær.

Prisoverrækkelsen fandt sted i Æresboligen på Carlsberg Akademi. Der var korte taler af IDAs formand Frida Frost og formanden for Videnskabernes Selskab Kirsten Hastrup. Prisen blev motiveret af professor Tomas Bohr. Han nævnte bl.a. Bohr og Einsteins diskussioner i 1930'erne om fortolkningen af kvantemekanikken. Einstein kunne ikke tro på en mystisk forbindelse (korrelation) mellem adskilte kvantepartikler – kaldet “entanglement” – og mente, at kvantemekanikken måtte være ufuldstændig. Bohr forsvarede kvantemekanikkens forudsigelser selv om naturen virkede underlig. Efter både Bohr og Einsteins død opstillede den irske fysiker John Bell en ulighed, der kun ville være opfyldt hvis Einsteins fortolkning, der indebar “skjulte variable”, var rigtig. Da Alain Aspect hørte om Bells ulighed besluttede han sig for at gennemføre et eksperiment, der viste hvad der var rigtigt. Det foretog han i starten af 1980'erne og eksperimentet gav Bohr ret.

KVANT fik lejlighed til at lave et interview med Alain Aspect. Her er hvad vi talte om.

KVANT: Der er en artikel i *Nature* (19. april 2007), hvor De taler om en “ny revolution i kvantemekanikken”, som kunne føre til en ny teknologisk revolution. Hvor er forskningen i kvanteinformatik på vej hen?

Alain Aspect: Det er der ingen, der ved. Hvert fjerde år rapporterer jeg min forskning og beskriver samtidig de følgende fire år, og så ser jeg, at de gamle planer kun blev fulgt de første par år. Grundforskning lader sig ikke forudsige for en længere periode. Man kan støde på vanskeligheder i én retning og opdage muligheder i en anden. Uventede resultater fra andre forskergrupper kan påvirke ens egen forskning. Én ting, der fungerer, er kvantekryptografi. Det er fx blevet brugt i Schweiz til at sende afstemningsresultater; måske sendte de også resultaterne på traditionel vis som kontrol. Når vi hører om NSAs spionage kan det nok være en god idé at kunne kontrollere, om nogen lytter med.

Kvantecomputeren er mere usikker. Bliver det muligt at konstruere en programmerbar computer, som kan håndtere nogle hundrede tusind kvantebits (qubits)? I øjeblikket kan man skabe og manipulere en 12-14 kvantebits. Der skal ny teknologi til; men der er ingen grund til, at det ikke skulle kunne lade sig gøre. Ligegyldigt hvad der sker, vil resultatet være interessant, selv hvis vi støder ind i en fundamental grænse, hvor sammenfletningen af kvantetilstande (entanglement) bryder sammen. Vi er på grænsen mellem den klassiske verden og kvanteverdenen. Niels Bohr sagde, at enhver måling, også af kvanteegenskaber, må aflæses på et klassisk instrument. Men instrumentet selv består af kvantepartikler. Hvis det lykkes at manipulere mange kvantetilstande til at udføre beregninger, vil man fx kunne opløse store tal i primfaktorer med Shors algoritme eller gennemsnøge enorme datamængder meget hurtigt.

KVANT: Richard Feynman skrev i 1982, at man aldrig ville kunne simulere et kvantesystem med mange partikler på en klassisk computer – det ville kræve en kvantecomputer. Hvad mente han med det?

Alain Aspect: Den artikel kender jeg rigtig godt. Han sagde, at entanglement er fantastisk, og diskuterede derpå simulering af kvantesystemer. I dag kunne det fx bruges til at forstå højtemperatursuperledere. Man ville kunne simulere eksperimenter med fx et stykke kobber, hvor man sænker temperaturen, lægger et magnetfelt på og måske sætter det under tryk. Hvad sker der så med elektronerne? Elektronerne stærkt korrelerede bevægelse ville kunne simuleres med en kvantecomputer. På den måde kan vi studere materialeegenskaber, som vi ikke kan beregne, og dermed teste forskellige modeller og tilnærmelser.

Litteratur

- [1] Fransk fysiker modtager Niels Bohr Guldmedaljen, IDA pressemeddelelse d. 7. okt. 2013, <http://ida.dk/om-ida/politisk-opbygning/fransk-fysiker-modtager-niels-bohr-guldmedaljen>