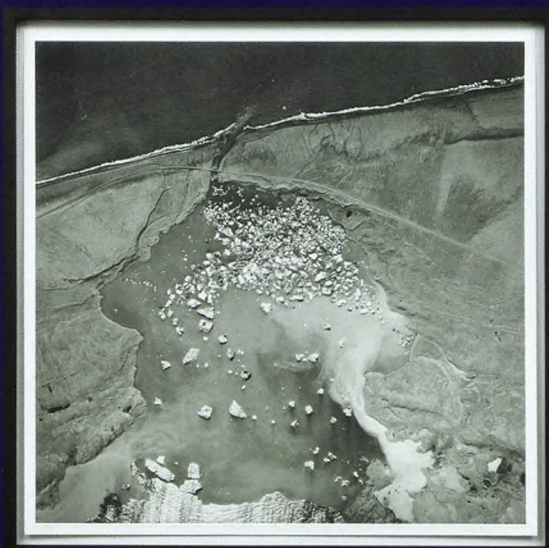


KVANT December 4 2016

Tidsskrift for Fysik og Astronomi 27. årgang



TEMANUMMER OM KUNST, ÆSTETIK OG FYSIK

- VI ER ALLE KARTOGRAFER!
- ÆSTETIK, FYSIK OG MOTIVATION
- ÆSTETIK OG ASTRONOMISKE BILLEDER
- GALE VIDENSKABSMÆND OG BASKETSPILLENDEN SCIENCE SUPERHELTE
- SOLFORMØRKELSER I DANSK LITTERATUR

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
Mogens Esrom Larsen,
Institut for Matematiske Fag, KU
Steen Lærke (astro@kvant.dk),
Astronomisk Selskab
John Rosendal Nielsen,
Aurehøj Gymnasium
Dorte Olesen (SNU),
DTU Compute
Jens Olaf Pepke Pedersen,
DTU Space
Finn Berg Rasmussen,
Niels Bohr Institutet, KU
Svend Erik Rugh
Emilie Gehl Skulberg (gæsterelev)
Julie Søgaard (AS)
Torben Westerberg (korrektur)
Henrik Zinkernagel (gæsterelev)

Abonnementspris : 180 kr/år.

Kvant udkommer 4 gange årligt og er medlemsblad for de udgivende selskaber.
Henvendelser vedr. abonnement til Christine Pepke Pedersen: christine@kvant.dk
(tlf. 27 51 01 76).

Annoncepriser

1/1 side: 3600 kr, 1/2 side: 2300 kr
1/4 side: 1600 kr.

Priserne er excl. moms og for reproklart materiale i farver. Henvendelser om annoncer til redaktøren på: kvant@kvant.dk
(tlf. 22 67 26 42).

Tryk

Vestergaards Bogtrykkeri ApS.
Oplag: 2500.

Produktionsplan

Nr. 1-17 udkommer ca. 15. marts
Nr. 2-17 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 kunst, æstetik og fysik

Svend E. Rugh, Michael Cramer Andersen og Henrik Zinkernagel 3

Æstetik, fysik og motivation

Henrik Zinkernagel 4

Nobelprisen i fysik 2016 kan føre til topologiske kvantecomputere

Christine Pepke Pedersen 10

Vi er alle kartografer!

Olafur Eliasson og Aurélien Barrau 11

Aktuelle bøger

Michael Cramer Andersen og Anja Skaar Jacobsen 15

Planetkalender for København 2017

Martin Götz 18

Æstetik og astronomiske billeder – observationer i forskning og formidling

A. Emilie Gehl Skulberg 19

Foreningsnyt – foredrag i foråret 2017 24

Gale videnskabsmænd og basketballspillende science superhelte

Rikke Platz Cortsen 25

Solformørkelser i dansk litteratur

Kjeld Kristensen 29

Acceleration i inhomogent tyngdefelt – breddeopgave 70 med didaktisk kommentar

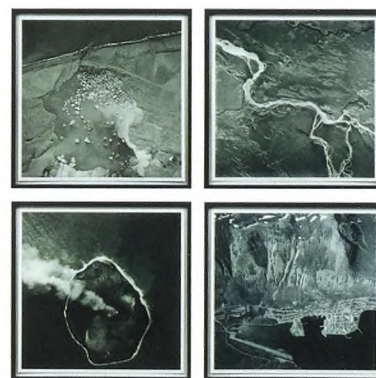
Jens Højgaard Jensen 34

Ørsted Medaljer i sølv og bronze

Michael Cramer Andersen Bagsiden

Billedet på forsiden viser et udvalg af den islandsk-danske kunstner Olafur Eliassons kunstværk *Cartographic series III* (2004), der består af 30 fotografavurer, baseret på luftfotografier af Island.

I artiklen "Vi er alle kartografer!" er Olafur Eliasson i samtale med astrofysikeren Aurélien Barrau om, hvordan vi forstår verden og hvordan vi kan nå frem til nye indsigter ved at åbne vores sanser. De øvrige artikler i dette nummer bevæger sig også i grænselandet mellem kunst og videnskab.



KVANT udsendes gratis, i ét eksemplar, til alle alle gymnasier, seminarier og HTX-kurser i Danmark, på Færøerne og i Grønland 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), DTU Fotonik og DTU Fysik.

Temanummer om kunst, æstetik og fysik

Af Svend Erik Rugh, Michael Cramer Andersen og Henrik Zinkernagel

I de fleste numre af tidsskriftet *KVANT* bringer vi artikler om fysik, der som oftest er skrevet af fysikere. Dette temanummer er sjovt derved, at en del af artiklerne er skrevet af folk som ikke er (fag)fysikere. Vi håber imidlertid på, at artiklerne kan inspirere til, at også fysikere har lyst til at bidrage og skrive artikler indenfor det tema, som vi har kaldt *Kunst, æstetik og fysik*.

Vi har tidligere haft lignende temanumre om *Viden-skab og kunst* (december 2009), og om *Naturvidenskab og digtekunst* (december 2013). Se www.kvant.dk.

Fysik er mere end nytte

Det bliver ofte – og med rette – fremhævet, at fysikken har stor værdi, fordi den er meget *nyttig* for os mennesker. Det er vigtigt at fremhæve nytteværdien af fysik og eksempler herpå. Men fysik er ikke kun nyttigt!

De videnskabelige indsigter bidrager også til at mennesker forundres og at vi får vækket vores nysgerrighed – ja, nogle af disse indsigter er ligefrem “smukke” og rummer æstetiske kvaliteter, som bidrager til at give mening i vores (korte) liv og til at se det som en del af en større kosmisk fortælling!

Det er fascinerende, at hvis man kigger nøje efter, så kan man ikke med præcision forudberegne, hvorledes *en lille fjer* nøjagtigt vil falde ti meter ned gennem luften fra trætoppen. Hvordan roterer den og svinger rundt i den turbulente luft? Alligevel putter vi *hele Universet* ind i en matematisk model og har bud på hvor gammelt Universet er og prøver at forudsige fremtiden for hele Universet i vores kosmologiske modeller.



Æstetiske oplevelser i fysik

I en æstetisk tilgang til oplevelser af naturen er det menneskets sansning, undren og nysgerrighed der er de drivende kræfter. Mange fysikere (og fysikinteresserede) vil kunne genkende:

- Glæden over den videnskabelige indsiget.
- Nydelsen ved det sanselige møde med naturen, herunder den håndværksmæssige omgang med det apparatur vi benytter til dens udforskning.
- Glædesfølelsen ved at betragte en lignings skønhed og forklaringskraft.
- Glæden ved at forstå – og eventuelt udføre – et smukt og overraskende eksperiment.
- Den overvældende følelse man kan få hvis man overvejer voldsomme eller storslåede fænomener, som fx tunge neutronstjerner, kolliderende sorte huller eller kosmos.
- Glæden ved at illustrere fysiske teorier eller fænomener på en sjov eller smuk måde.

I den teoretiske fysik diskuteres det, hvad der er smukt og mindre smukt ved fysikken. Fx anses en fysisk teori, der er bestemt ud fra meget få simple antagelser for at være smuk, selv om teorien er matematisk kompliceret. Einsteins generelle relativitetsteori nævnes ofte som eksempel. Det betragtes også som smukt hvis en fysisk teori forener tilsyneladende forskelligartede fænomener, som fx Maxwells teori, der forener elektriske og magnetiske kræfter i én teori.

Mindre smukt er det – synes mange fysikere – at partikelfysikkens standardmodel har mere end 20 konstanter (partikelmasser, styrken af koblinger osv.), der virker som helt tilfældige input-konstanter, der ikke kan beregnes men kun fastlægges ved målinger. Forsøg på en tænkning over hvad der er smukt og hvad der er mindre smukt ved fysikkens teorier ville være interessant at give bud på – også her i *KVANT*.

Indenfor den eksperimentelle fysik er der mange eksempler på yderst smukke og overraskende eksperimenter – og vi vil i *KVANT* meget gerne bringe nogle artikler om smukke, elegante og overraskende eksperimenter i fysikkens historie og i fysikundervisningen.

Ligeledes vil *KVANT* meget gerne viderebringe ideer til, hvordan også anvendelsesaspekter af fysikken kan sættes ind i æstetiske rammer. Fx kunne en indgang til en diskussion af Newtonske bevægelsesligninger være en omtale og evt. elevundersøgelse af den fascinerende historie om ESAs Rosetta-mission, som involverer både smukke billeder, en utrolig teknologisk bedrift og desuden jagten på spor efter Solsystemets opståen.

Temaartiklerne i dette nummer:

Vi introducerer her kort de enkelte artikler, der tilsammen danner temaet.

Henrik Zinkernagel argumenterer bl.a. for, at der er et stort potentiale i at fremhæve æstetiske aspekter af fysikken, og han giver nogle eksempler på mulige veje til æstetiske oplevelser i fysikundervisningen.

Den islandske-danske kunstner *Olafur Eliasson* og astrofysikeren *Aurélien Barrau* har i en brevveksling bl.a. diskuteret, hvordan kunst og videnskab hver især forsøger at kortlægge virkeligheden og menneskets opfattelse af denne.

Emilie Gehl Skulberg giver en introduktion til, hvorledes forskere indenfor humaniora, primært kunsthistorikere, undersøger den æstetiske dimension af astronomiske billeder.

Rikke Platz Cortzen giver i sin artikel en kort introduktion til krydsfeltet mellem tegneserier og naturvidenskab med eksempler fra fysikken.

Kjeld Kristensen har skrevet om solformørkelser i ældre dansk litteratur. Dette fænomen er et godt eksempel på et naturfænomen der kan overvælde mennesket.

God læselyst!

Æstetik, fysik og motivation

Af Henrik Zinkernagel, Afdeling for Filosofi, Granada Universitet, Spanien

Fysikere har ofte påpeget æstetiske aspekter af deres fag. Det kan fx være når symmetrien, enkelheden eller elegancen i en teori fremhæves. Sådanne æstetiske begreber kan alle ses som udtryk for en slags intellektuel skønhed der virker tiltrækkende. Men hvilken rolle har æstetikken mere præcist spillet i fysikkens udvikling? Og kunne denne rolle have en positiv indflydelse på hvordan man underviser i fysik? I denne artikel vil jeg til start sige lidt om det første spørgsmål, og derefter argumentere for et bekræftende svar til det andet. Som vi skal se, handler æstetik i fysik om andet og mere end skønne teorier – herunder forundring, glæden ved indsigt og fascination af det vi knapt nok (eller måske slet ikke) begriber. I en sådan bred forstand kan æstetik kædes sammen med motivation hos både fysikere og fysikelever.

Indledning

Forbindelsen mellem æstetik og fysik rækker i hvert fald tilbage til Pythagoras' tid. For mere end 2500 år siden fandt han en sammenhæng mellem en strengs længde og harmonier i musikken – de toneforhold der lyder godt når de klinger sammen. Når en streng fx deles i forholdene, henholdsvis, 1:2, 2:3 og 3:4 fås, respektivt, oktaven, kvinten og kvarten. Denne opdagelse inspirerede Pythagoras til at mene, at hemmeligheden ved universet måtte findes i de hele tal (og forholdet mellem disse) – en tanke der viser et tidligt eksempel på æstetikken og matematikkens centrale plads i fysikken. I øvrigt havde Pythagoræerne, ligesom senere Platon og Aristoteles, ideen om, at Jorden, himmellegemerne og universet som helhed alle er kugleformede, da kuglen ansås som den mest perfekte (skønne) figur. At fx Aristoteles også havde empiriske argumenter for disse ideer, herunder at Jorden kaster en cirkelformet skygge på Månen under en måneformørkelse, gjorde naturligvis ikke værdien af den æstetiske tilgang til naturforståelsen mindre. Når vi nu er i rummet, så er det værd at nævne at det heller ikke er noget tilfælde at ordene "kosmologi" og "kosmetik" starter ens. For kosmos på græsk kan netop betyde forskønnet, ordnet eller ordnet verden. Når kosmos kombineres med *logos* (læren om, eller rationel tænkning) får vi begrebet kosmologi. Denne græske idé, der i ét ord afspejler tanken om at universet er ordnet og forståeligt for intellektet, anses ofte som selve grundlaget for naturvidenskaben. Og lige siden de gamle grækere, har ideen om skønhed i både det fysiske univers og de teorier der beskriver dette været blandt ledetrådene i udviklingen af nye teorier.

En sådan ledetråd har fx været ideen om enhed eller sammenhæng mellem forskellige naturfænomener, og mellem teorierne der beskriver disse. Her kan man bl.a. nævne Newtons forening af jordiske og himmelske fænomener, hvor den universelle tyngdelov beskriver både æblets fald og Månens bane, samt Ørsted, Faraday og Maxwells forening af elektriske og magnetiske kræfter. Og som den skotske filosof Francis Hutcheson påpegede i starten af 1700-tallet, så kan intellektuel skønhed i videnskaben netop forstås som en sådan enhed i mangfoldigheden af naturfænomener. I forbindelse med ledetråde kan man også tænke på ophavsmanden til det heliocentriske system, om hvilken astronom og astronomihistoriker Owen Gingerich skrev [1]:

"Copernicus' radical cosmology came forth not from new observations but from insight. It was, like Einstein's revolution four centuries later, motivated by the passionate search for symmetries and an aesthetic structure of the universe."



Figur 1. Kopernikus' model for Solsystemet (som ses ved siden af astronomen i dette billede af Jan Matejko fra 1872) var ikke i bedre overensstemmelse med data end Ptolemeus'. Til gengæld mente Kopernikus at hans model bedre levede op til æstetiske krav om fx planeterne uniforme cirkelbevægelser, se [1].

Selvom æstetik i betydningen skønhed kan findes i fysikhistorien siden dennes begyndelse, så er der naturligvis ingen garanti for at skønhedsbetragtninger – fx udmøntet i krav om enkelhed og symmetri – leder til korrekte teorier. Interessant nok, så findes der dog gode eksempler på, at selv hvor sådanne betragtninger har fejlet, har disse alligevel kunnet føre til ny indsigt. Fx insisterede både Pythagoras, Platon og Aristoteles af æstetiske grunde på perfekte uniforme cirkelbevægelser i himlen. Og det var bl.a. i forsøget på at forfølge og presse denne idé til det yderste, at både Kopernikus' heliocentriske teori og siden Keplers teori om elliptiske planetbevægelser blev udviklet. Et mere moderne eksempel kan findes hos den tyske matematiker og fysiker Hermann Weyl som er citeret for følgende:

"My work always tried to unite the true with the beautiful; but when I had to choose one or the other, I usually chose the beautiful" (citeret af F. Dyson 1956).

Ligesom Einstein, forfulgte Weyl tanken om en forenet teori for elektromagnetisme og gravitation. Selvom den viste sig ikke at holde stik, var hans arbejde en del af grundlaget for udviklingen af gaugeteori, der er en central del af moderne partikelfysik.

Skønheden i de fysiske teorier er også blevet behandlet med videnskabshistoriske og filosofiske briller. Hovedværket indenfor genren er nok James McAllisters bog "Beauty and Revolutions in Science" [2], mens der på dansk findes en god oversigtsartikel af Helge Kragh [3]. Det centrale tema hos McAllister, Kragh og i det meste af den efterfølgende litteratur, er forholdet mellem skønhed og (empirisk) sandhed – herunder i særdeleshed spørgsmålet om hvorvidt æstetiske faktorer med rimelighed kan spille en rolle i fysikernes valg af teorier. Interessen i dette forhold er naturlig, for selvom man måske nok kan medgive, at skønhed kan inspirere forskeren, så er det jo langt fra oplagt, hvordan noget så tilsyneladende rationelt og objektivt som videnskabelig sandhed kunne være forbundet med noget så tilsyneladende følelsesladet og subjektivt som skønhed.

McAllister retfærdiggør værdien af æstetiske betragtninger indenfor rammerne af en rationalistisk videnskabsforståelse, idet han mener, at æstetiske kriterier (som fx forkærlighed for cirkelbevægelser) blot afspejler træk ved tidligere accepterede teorier. På den måde fungerer de æstetiske aspekter af en teori konservativt, som en slags pejlemærker for træk ved teorien der har været empirisk succesfulde. Til gengæld mener McAllister, at de æstetiske kriterier er fleksible og at de udskiftes eller omfortolkes i forbindelse med videnskabelige revolutioner, når en ny teori (med andre æstetiske idealer) erstatter den gamle. Selvom jeg mener McAllister har mange gode betragtninger, og selvom æstetiske begreber kan være fleksible og flertydige, så er de i mine øjne ikke nær så omskiftelige som McAllister vil gøre dem til. Specielt mener jeg, at de mere generelle æstetiske kriterier som fx enhed, enkelhed og elegance i teoretiske forklaringer – uanset at disse kriterier er åbne for diverse fortolkninger – har spillet en ret konstant rolle op gennem fysikhistorien. Under alle omstændigheder så er det bemærkelsesværdigt, som også Kragh er inde på i sin artikel ([3], s. 222), at troen på naturens orden og harmoni jo er et nødvendigt, og i hvert fald delvist æstetisk, grundlag for fysikken. For hvis ikke vi kunne regne med naturens regelmæssighed, herunder at der er en vis orden og gentagelse i naturfænomenerne, så kunne vi heller ikke bedrive fysik.

Æstetik som mere end skønhed og i forhold til andet end sandhed

Ovenfor har jeg kort beskrevet fysikkens relation til skønheden. Men æstetik er mere og andet end skønhed. I forbindelse med fysik og kosmologi er en særlig vigtig æstetisk kategori det *sublime*, der bl.a. er relateret til begreber som det uendelige, ærefrygt, forundring (wonder) og det der er på grænsen – eller måske endda på den

anden side – af hvad der kan forstås videnskabeligt¹. Et eksempel på det sublime kunne være de følelser og tanker, der sættes i gang når man betragter en stjernefyldt nattehimmel. Udover at æstetik ikke kun handler om skønhed, så er den mulige forbindelse mellem skønhed og sandhed langt fra det eneste æstetiske aspekt ved fysikken der er værd at diskutere. For æstetik er også blevet kædet sammen med videnskabelig forståelse, kreativitet og motivation, (se, henholdsvis, fx [5], [6] og [7]). Af disse er det specielt forholdet mellem æstetik og motivation som jeg vil fokusere på i det følgende.

Som allerede nævnt, så har skønhed, fx i form af symmetri eller enhed i videnskabelige forklaringer, været blandt drivkræfterne i udviklingen af nye teorier. Og eftersom det sublime bl.a. kan relateres til, hvad der endnu ikke er (og måske aldrig vil blive) forstået, og dermed kan relateres til videnskabens grænser, er det heller ikke mærkeligt, at det sublime også har virket motiverende. Gode eksempler herpå er fascinationen og undersøgelsen af det meget (måske uendeligt) store og meget tidlige, samt det meget (måske uendeligt) små – emner som man kan finde i kosmologien og partikelfysikken. I forbindelse med videnskabens grænser er det relevant, at disse på mindst to måder kan virke som drivkræfter: Dels er de ikke blevet set som endestationer for forskningen, men snarere som opfordringer til at vedblive med at stille nye spørgsmål. Og dels kan sådanne grænser pege på ærefrygt og undren overfor naturen, fx med hensyn til hvad vi (i hvert fald foreløbigt) ikke er i stand til at forklare.

Forholdet mellem æstetik og motivation træder også klart frem, hvis man holder sig den oprindelige betydning af æstetik for øje. Ifølge denne, som stammer fra de gamle grækeres brug af ordet *aisthesis* (sansindtryk), kan æstetik mere bredt forstås som læren om sanselig erkendelse eller erfaring. I en videnskabelig kontekst kan en sådan erkendelse bl.a. relateres til glædesfølelsen ved opdagelse eller indsigt (aha-oplevelser), passioneret indlevelse i den videnskabelige proces (oplevelser af flow), samt det sanselige møde med, naturens fænomener. Som eksempel på det sidste kunne man måske tænke på den stimulerende og kropslige erfaring af naturens kræfter man kan få, når man læner sig op mod vinden på en stormfuld dag.

I forbindelse med den brede betydning af æstetik, er det relevant her at nævne den tyske digter og filosof Friedrich Schiller. For ham er det æstetiske en slags (skønhedens) bro mellem det følelsesmæssige/sanselige og det rationelle – en bro som han forbinder med, hvad han kalder legedriften [8]. Og netop legen (eller den legende tilgang til stoffet), i hvilken en aktivitet udføres for aktivitetens egen skyld, er også blevet antydnet som et motiv for videnskabsfolk. Fx opsummerede Abraham Pais engang vennen og kollegaen Paul Diracs måde at lege med ligninger på således [9]: "...first play with pretty mathematics for its own sake, then see whether this leads to new physics".

¹Når jeg her sætter skønhed overfor det sublime, så følger jeg en standardpraksis i faglitteraturen om æstetik. Men der er også forfattere der ser det sublime som en del af et bredere begreb om skønhed. Se fx Dorthe Jørgensens fine bog "Skønhed – En engel gik forbi" [4] hvor skønhed, eller snarere skønhedserfaring, dækker over mange af de forhold der beskrives i denne artikel.



Figur 2. Leg kan være en vigtig motivation i fysik. Her leger Wolfgang Pauli og Niels Bohr med "tippetoppen" i Lund 1951.

Hvad angår glæden ved indsigt i fysik, så er denne fint beskrevet i Victor Weisskopfs selvbiografi [10]. Han omtaler bl.a. denne glæde i forbindelse med hans egen begyndende dybe forståelse af kvantemekanikken, som for ham var som "the opening of a new world", og mener at han bedst kan karakterisere indsigtsglæden som en "feeling of aesthetic pleasure" (s. 37). Denne karakteristik er uddybet allerede på første side af bogen:

"The joy of insight is a sense of involvement and awe, the elated state of mind that you achieve when you have grasped some essential point; it is akin to what you feel on top of a mountain after a hard climb or when you hear a great work of music."

Weisskopfs beskrivelse af denne "elated [opstemte] state of mind" harmonerer godt med, at et vigtigt træk ved den æstetiske erfaring netop er at den løfter os, flytter os og/eller får os til at se verden på en ny måde. Det kunne synes som om en lytten til et musiksk værk er mere passivt end det hårde arbejde, der ofte skal til for at bestige et bjerg, eller forstå et vanskeligt fysik-emne. Men Weisskopf nævner (s. 301) at man også i et (stort) musiksk værk kan gå på opdagelse og opnå indsigt. Som beskrevet i Weisskopfs bog, er fysikere naturligvis også motiveret af andre ting som fx ambition, anerkendelse og Nobelpriser. Men der er næppe tvivl om at glæden ved at opnå indsigt i naturens hemmeligheder har været, og stadig er, en central motivationskilde for fysikere. Fx skrev Leon Rosenfeld om Niels Bohr [11]:

"...opdagelsesfærden var et møde mellem naturen og det menneskelige intellekt, som han oplevede med dramatisk intensitet. Bohr følte undersøgelsens spænding og glæden ved dens fuldendelse så intenst, at han ønskede at alle omkring ham skulle dele dem."

Weisskopfs eksempel på indsigtsglæde i kvantemekanikken viser at denne glæde ikke nødvendigvis handler om en original indsigt, men ligeså godt kan være forståelse af et stof som allerede er blevet beskrevet af andre. Og som det fremgår af Rosenfelds beskrivelse af Bohr, så er glæden ved indsigt noget vi har lyst

til at dele med andre. Begge disse forhold er højst relevante for potentialet i at fremhæve det æstetiske i fysikundervisning.

At kunne glæde sig over æstetiske oplevelser er noget alment menneskeligt. Det er derfor ikke overraskende, hvis der måtte være en tæt analogi mellem (nysgerrigheden og) den æstetiske motivation hos fysikere og så hos dem der, frivilligt eller ej, skal lære om fysik. I den forbindelse kan man citere Niels Bohrs nære ven, kunstmaleren William Sharff, der engang skrev dette om den danske fysiker [12]:

"Du oplever naturen med samme intensitet som barnet. Intet er så småt eller dagligdags, at du ikke kan glæde dig eller undre dig over det."

Jeg vil i det følgende antage, at der findes en sådan tæt analogi mellem fysikers æstetiske motivation og så motivation hos elever i fysikundervisning. Hvis det er rigtigt, så er æstetik en lovende vej til at berige eksisterende naturfagsdidaktik.

Æstetisk motivation i fysikundervisning

Æstetiske overvejelser gennem fysikkens historie er næppe et hyppigt emne i undervisningen. Der er selvfølgelig mange andre ting der skal nås. Men derudover er en af grundene formentlig den tendens, som filosofen John Dewey kritiserede for mere end et århundrede siden, til at præsentere videnskaben i en ren objektiv form, fx som et færdigt produkt af abstrakte lovmæssigheder [13]. I det lys overses let, at de fysiske teorier blev skabt i en bestemt historisk kontekst. Dermed er det ikke nemt for eleverne at se og spørge til, hvorfor fysikerne handlede som de gjorde, og hvilken betydning den resulterende viden havde for dem og for samtiden. Med betydning af viden tænker jeg på det man kan kalde dens egenverdi. For naturligvis bliver nytteværdien – ikke mindst den teknologiske – af viden ofte fremhævet i forbindelse med fysikundervisning (se næste afsnit for mere om forholdet mellem nytten og æstetikken). Som beskrevet af de Dewey-inspirerede uddannelsesforskere Kevin Pugh og Mark Girod, så kan en historisk dekontekstualisering bidrage til, at eleverne ikke bliver opmærksomme på, hvilken forskel den pågældende viden evt. kan have i elevens eget liv og, specifikt, hvordan denne kan forandre eller transformere vores oplevelser, af den verden vi lever i [14].

Det er velkendt at undervisning fungerer bedst når både lærer og elever er (eller bliver) motiverede. Allerede Grundtvig var inde på den idé, da han i sangen "Nu skal det åbenbares" fra 1834 bemærkede: "Og han har aldrig levet, som klog af det er blevet, han først ej havde kær". En meget udbredt teori indenfor motivationsforskningen er "selvbestemmelses-teorien" af de amerikanske psykologer Edward Deci og Richard Ryan, ifølge hvilken vi har basale psykiske behov for at føle os kompetente, for at opleve at vi bestemmer selv, og for at stå i relation til andre. Indenfor rammerne af denne teori peges der på, at den indre motivation (fx når et emne studeres fordi det er interessant for eleven) er mere givtig, og leder til mere langtidsholdbar viden,

end ydre motivation (fx når et emne studeres for at bestå en eksamen). Forfatterne af teorien giver følgende fingerpeg om, hvilke faktorer der er mest relevante for den indre motivation i undervisningen [15]: "...intrinsic motivation will occur only for activities that hold intrinsic interest for an individual – those that have the appeal of novelty, challenge, or aesthetic value for that individual".

Deci og Ryan fortæller ikke, hvad de mener med den æstetiske værdi af en aktivitet. Men man kan med fordel tænke på følgende beskrivelse, formuleret af Dewey-fortolker Philip Jackson, af hvad æstetiske oplevelser i mødet med kunst kan indebære:

"The arts do more than provide us with fleeting moments of elation and delight. They expand our horizons. They contribute meaning and value to future experience. They modify our ways of perceiving the world, thus leaving us and the world itself irrevocably changed" (fra [14], s.11).

Som vi så i sidste afsnit, kan fysik (og naturfag generelt) give anledning til lignende æstetiske oplevelser. Det giver derfor god mening at forsøge at give grobund for æstetiske oplevelser i naturfagsundervisningen². I den sammenhæng er skønheden i fysiske teorier ikke nødvendigvis den mest oplagte indgangsvinkel, bl.a. fordi det ofte kræver en del videnskabelig træning at se det skønne, fx i Einsteins feltligninger. Men da æstetik er andet end teoretisk skønhed så er der også andre muligheder, og jeg skal i det følgende kort beskrive nogle af disse³.

Pugh og Girod [14] nævner, at en mulig vej til æstetiske oplevelser i undervisningen er at gøre de fysiske begreber mere levende og betydningsfulde, ved at relatere dem til de erfaringer under hvis indflydelse begreberne oprindeligt blev udviklet og diskuteret som ideer. Forfatterne nævner selv Newtons love som et oplagt eksempel, hvor man kunne søge at tilvejebringe en fornemmelse af deres oprindelige betydning. Fx kunne man pege på Newtons erkendelse af, at det faldende æble og Månens banebevægelse er to sider af samme sag – en erkendelse der medførte en dramatisk ændring i det gældende verdensbillede, der stadig var præget af en skarp opdeling mellem det jordiske og det himmelske. Et andet muligt eksempel kunne være at inddrage Ørstedes egen forståelse af sin opdagelse af elektromagnetismen. Denne forståelse indgik i Ørstedes naturfilosofiske projekt om at se naturen som en organisk sammenhængende enhed, og kan også sættes i forbindelse med hans nære venskab med H.C. Andersen, og deres fælles bestræbelser på at gøre afstanden mellem kunst og videnskab mindre, se fx [18].

²Naturligvis i samspil med andre motiverende, og delvist relaterede, elementer som sjov, spændende og udfordrende undervisning, viden sat i forhold til eleverne selv (fx "hvor mange atomer er der inden i dig?"), gode lærer-elev forhold, god klassestemning, osv.

³Forslagene herunder omhandler mest den teoretiske undervisning, men man kunne også pege på æstetiske- og sanselige elementer i eksperimentelt arbejde. Fx er det naturligvis en sanselig oplevelse at have fingrene i det eksperimentelle maskineri, og glæden ved indsigt kan også fremkomme gennem det at få noget til at virke eller ved at se den effekt et eksperiment skulle illustrere. Desuden er der selvfølgelig god mulighed for æstetisk-sanselige oplevelser i uformelle læringsmiljøer som videnskabsmuseer eller naturen selv, se fx [16] og [17].

⁴Dette perspektiv harmonerer i øvrigt godt med en undersøgelsesbaseret tilgang til fysikundervisning, der netop lægger vægt på nysgerrighed og aktivt engagement i (re-)konstruktionen af viden.

⁵En sådan bevægelse fra undren, til kritisk refleksion og videnskabelig undersøgelse, og så tilbage til undren er mere generelt beskrevet i Peter Fishers fine bog [25].

En anden idé til at fremme æstetiske oplevelser er at forsøge at opbygge forventning i undervisningen. Forventning er fx det der gør, at vi ikke kan lægge en god bog fra os – vi er nødt til at bladere videre for at finde ud af, hvad der nu sker og/eller om en forestillet mulighed bliver virkeliggjort. I fysikundervisning kunne dette oversættes til forsøget på at vælge de mest levende aspekter af stoffet og tilrettelægge præsentationen af dem, som en dramatiker ville gøre. For, som uddannelsesforskeren David Wong bemærker, når alt kommer til alt er undervisning jo en kunst [19]. Med et standardeksempel fra undervisningen i kosmologi, så kunne man fx starte med at præsentere Hubbles oprindelige, og ikke særligt entydige, galaksedata fra 1929 (for mere om kosmologi i naturfagsundervisning, se [20]). Forventningen kan i dette tilfælde nok nemt fastholdes ved fra begyndelsen at antyde, at der kunne være en forbindelse mellem disse data, rummets udvidelse og universets fødsel. Herudover er der rig mulighed for gode diskussioner med eleverne om, hvad der mon var før Big Bang – eller om man overhovedet meningsfuldt kan snakke om noget "før", for så vidt at der ikke var nogen tid "inden" universet, se også [21].

En tredje måde at give rum til det æstetiske i fysikken ligger i begrebet forundring. Allerede Platon og Aristoteles påpegede at filosofi – kærligheden til visdom – begynder med undren. To tusind år senere var Einstein inde på en lignende idé [22]:

"The most beautiful thing we can experience is the mysterious. It is the source of all true art and all science. He to whom this emotion is a stranger, who can no longer pause to wonder and stand rapt in awe, is as good as dead: his eyes are closed."

Det er ikke svært at relatere forundring til de studendes motivation og engagement, og i en stadig sparsom litteratur er vigtigheden af at fremme følelsen af undren i naturfagsundervisning også blevet understreget, se også [23] og [24]. I samme ånd påpeger Wong ([15], s. 211), at de naturfagsstuderende ikke bør føle sig som kokke der følger en opskrift, men snarere som detektiver der løser et mysterie⁴. Som eksempel kunne man tage "mysteriet" om regnbuen, og evt. inddrage nogle af de mange forklaringsforsøg fra Aristoteles til Newton. I den pædagogiske proces er det også værd at bemærke, at mysterier i videnskaben ikke nødvendigvis har en endelig løsning – hvilket giver plads til at forundringen og nysgerrigheden kan fortsætte⁵. For ganske vist forklarede Newton og andre regnbuen, men på et dybere niveau har vi stadig kvantemekanikkens sære beskrivelse af lys som både partikel og bølge. Og selv hvis man har slået sig til tåls med denne dualitet,

så er der stadig uafklarede spørgsmål, fx vedrørende forholdet mellem vores velbestemte "klassiske" verden og den sælsomme indeterministiske kvanteverden (en diskussion af Niels Bohrs tilgang til dette forhold kan findes i [26]).

Som tidligere nævnt kan forundring også sættes i forbindelse med det sublime og med fysikkens grænser. Men da den daglige undervisning næppe hver gang kan gå til grænsen, er det praktisk, at der også er andre aspekter af det sublime, der kan være relevante for æstetiske oplevelser. Den formodede ophavsmand til et af de første skrifter om det sublime – den græske retoriker Longinos der levede i det tredje århundrede – forbandt bl.a. begrebet med det at holde tale. Han forklarede [27]: "The effect of elevated language upon an audience is not persuasion but transport". Altså at det ophøjede eller sublime ikke overtaler os, men snarere løfter os og tager os med et andet sted hen. Sådanne transportmuligheder er der mange af i undervisningen, specielt hvis man medtænker forestillede rejser i tid og rum⁶.



Figur 3. Rejser i fysikundervisningen kan fx gå tilbage i tiden eller ud i rummet. Her en illustration af New Horizon sonden der nærmer sig Pluto, som blev "besøgt" af DR-radioprogrammet Videnskabens Verden i 2015.

Udover at benytte de allerede skitserede "rejser" tilbage til de fysiske ideers oprindelse og deres originale betydning, kan man tage på virtuelle rejser til spændende fysiksteder. Gode eksempler på dette kan findes i DR-radioprogrammet "Videnskabens Verden". I mine øjne er nogle af de bedste indslag netop dem, hvor lytteren kommer med på rejse, og gives god mulighed for (fx via lydeffekter) at leve sig ind i turen. Som eksempler kan nævnes programmet om rejsen til Pluto (sendt 23-6-2015), eller besøget i en forladt mine i Canada (sendt 28-7-2015) på sporet af mørkt stof. Prøv

evt. selv – fx sammen med eleverne – at høre disse indslag, og reflekter bagefter over om de virkede godt som formidling af stoffet.

Nytte og æstetik i fysikundervisning

Når politikere håber på, at flere vælger en naturvidenskabelig uddannelse, så synes det i høj grad at bygge på ønsket om økonomisk fremtidssikring i form af ny teknologi, der kan bidrage til konkurrenceevnen. At fysik (og naturvidenskab i øvrigt) er nyttigt, er naturligvis en både vigtig og prisværdig kendsgerning. Men denne nytteværdi kan ikke stå alene – og formentlig heller ikke når det handler om motivation af eleverne. For når naturfag "af mange unge opleves som irrelevante og uinteressante" [28], så hjælper det nok for lidt fx at pege på, at mange af de teknologiske vidundere vi omgiver os med bygger på fysikkens landvindinger. Og måske er det heller ikke nok for motivationen, at anvendelsen af fysik er uundværlig fx i forbindelse med de store klimaudfordringer, kloden står overfor.

I hvad man kunne kalde den æstetiske vidensopfattelse har viden værdi i sig selv, bl.a. gennem horisontudvidelse, sanselige erfaringer, samt æstetiske oplevelser af fx. skønhed og det sublime. Der behøver ikke at være en modstrid mellem det nyttige og det æstetiske, for i en mere generel opfattelse af nytte er fx horisontudvidelse jo også ganske nyttigt. Men det er påfaldende, og i mine øjne dybt problematisk, at vores kultur i den grad fremhæver nytten og underspiller æstetikken. I bogen "Science and Method" fra 1914, beskrev den franske matematiker, fysiker og filosof Henri Poincaré prioriteringen på denne måde:

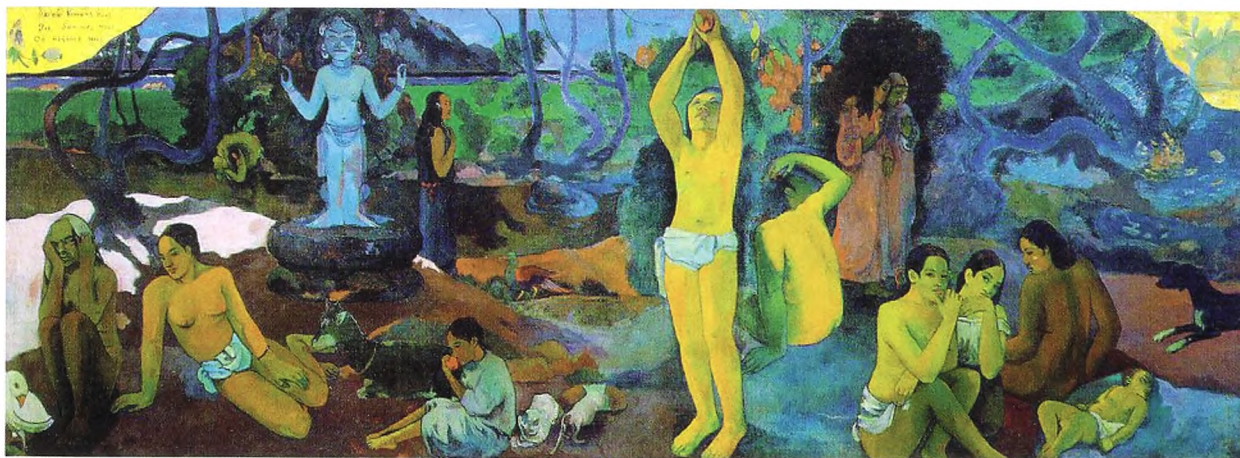
"The scientist does not study nature because it is useful to do so. He studies it because he takes pleasure in it, and he takes pleasure in it because it is beautiful. If nature were not beautiful it would not be worth knowing, and life would not be worth living."

At fysik kan – og måske bør – være meningsgivende for os som mennesker, er også en tanke som Erwin Schrödinger, en af kvanteteoriens grundlæggere, fremfører i dette bemærkelsesværdige citat fra bogen "Science and Humanism" (1951) om videnskabens formål:

"I consider science an integrating part of our endeavor to answer the one great philosophical question which embraces all others, the one that Plotinus expressed by his brief: *who are we?* And more than that: I consider this not only one of the tasks, but *the* task, of science, the only one that really counts."

Det vigtige her er ikke om man er enig med Poincaré og Schrödinger, men at se at fysikken *også* kan have sådanne meningsskabende og eksistentielle aspekter.

⁶Hvis man nu synes at ophøjet sprog i undervisningen lyder for tæt på manipulation, så kan man jo i stedet tænke på H.C. Andersens motto om "at rejse er at leve".



Figur 4. Både fysikere som Erwin Schrödinger og kunstnere som Paul Gauguin har i deres arbejde været drevet af eksistentielle spørgsmål. Her er det Gauguin's maleri "Hvor kommer vi fra, hvad er vi, og hvor skal vi hen?" fra 1898.

En fremhævelse af æstetikken i undervisningen betyder selvfølgelig ikke, at nytteaspektet, i dagligdagen eller for elevens og samfundets fremtid, skal ignoreres⁷. I stedet er der snarere brug for en afbalancering mellem det æstetiske og det nyttige. Og for så vidt at æstetik kan øge motivationen for eleverne, så behøver der ikke være nogen konflikt mellem egenverdi og nytteverdi af undervisningen. Men, som allerede antydnet, synes specielt den økonomiske nyttetænkning at være altoverskyggende i den nuværende uddannelsespolitiske situation. Fx er det næppe forkert at forbinde PISA-feberen med ideen om, at en vellykket integration på arbejdsmarkedet er det grundlæggende mål for uddannelse. En sådan vision udgør en underminering af oplevelse og fordybelse i læringssituationen som mål i sig selv. Måske har ingen bedre udtrykt forholdet mellem nytte og æstetik i en pædagogisk sammenhæng end professor Keating i filmen "Dead Poets Society". Her er, hvad han siger i en scene, hvor eleverne bliver forklaret, hvorfor de skal lære om poesi, når det nu ikke fremmer karrieremulighederne:

"We don't read and write poetry because it's cute. We read and write poetry because we are members of the human race. And the human race is filled with passion. And medicine, law, business, engineering, these are noble pursuits and necessary to sustain life. But poetry, beauty, romance, love, these are what we stay alive for."

Mit gæt er, at Mr. Keating ikke ville have modsat sig at udvide henvisningen til poesi til også at omfatte de poetiske og æstetiske sider af videnskaben. I så fald har vi endnu et fingerpeg om, at en æstetisk betonet fysikundervisning måske kunne gøre denne mere motiverende og meningsgivende.

Afslutningsvis vil jeg fremhæve at det æstetiske – til forskel fx fra en god eksamenskarakter – er noget man kan dele, og måske endda noget der bliver endnu bedre af at blive delt. Ikke fordi vi nødvendigvis er enige om, hvad der er skønt, sublimt eller giver den største indsigtsglæde. Men fordi evnen til at opleve

æstetisk glæde er noget fælles menneskeligt, og fordi denne glæde, i modsætning til fx formler, ikke bliver mindre af at blive delt. Med andre ord er æstetikken noget, der kan styrke fællesskabet og ikke kun individet. Dette aspekt af det æstetiske rækker selvfølgelig langt ud over fysikken, og bl.a. ind i en aktuel debat om at sætte fokus på det som har værdi i sig selv. Det ville vel ikke være så ringe hvis naturfagsundervisning også kunne bidrage til en sådan debat?

Tak til Michael Cramer Andersen, Dorthe Jørgensen, Helge Kragh og Svend E. Rugh for gode kommentarer til en tidligere version af artiklen.

Litteratur

- [1] Gingerich, O. (1975). 'Crisis' versus aesthetic in the Copernican revolution. *Vistas in Astronomy* 17(1), s. 85-95.
- [2] McAllister, J. (1996), Beauty and revolutions in science. New York: Cornell University Press.
- [3] Kragh, H. (1999), Det smukke og det sande – æstetiske principper i de eksakte videnskaber. I J. Holmgaard (red.) *Æstetik og Logik*. Viborg: Medusa, s. 211-233.
- [4] Jørgensen, D. (2006), Skønhed – En engel gik forbi. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.
- [5] Root-Bernstein, R.S. (1996), The science and arts share a common creative aesthetic. I A. Tauber (red.) *The elusive synthesis: aesthetics and science*. Amsterdam: Kluwer, s. 49-82.
- [6] Kosso, P. (2002). The omniscient: Beauty and scientific understanding. *International Studies in the Philosophy of Science* 16, s. 39-48.
- [7] Chandrasekar, S. (1987), Truth and Beauty: Aesthetics and Motivations in Science. Chicago: University of Chicago Press.
- [8] Schiller, F. (1794), Menneskets æstetiske opdragelse. Klassiske tænkere. 2. udg. København, Gyldendal (1996).
- [9] Pais, A. (1998), Paul Dirac: aspects of his life and work. I P. Goddard (red.), Paul Dirac: The man and his work. Cambridge: Cambridge University Press, s. 1-45 (citert fra s. 33).
- [10] Weisskopf, V. (1991). The Joy of Insight: Passions of a Physicist. New York: Basic Books.
- [11] Rosenfeld, L. (1964), Komplementaritetssynspunktet konsolideres og udbygges. I S. Rozental (red.), Niels Bohr – Hans liv og virke fortalt af en kreds af venner og medarbejdere. København: Schultz Forlag, s. 109-131 (citert fra s. 112).

⁷Bemærk i øvrigt at en vægtning af æstetikken absolut heller ikke behøver at betyde fysikundervisning 'light'. Fx vil indsigtsglæde og værdsættelse af teoretisk skønhed ofte kræve grundigt matematisk-analytisk arbejde.

- [12] Scharff, W. (1964), Minder fra Tisvilde. I S. Rozental (red.), Niels Bohr – Hans liv og virke fortalt af en kreds af venner og medarbejdere. København: Schultz Forlag, s. 306-310 (citater fra s. 306).
- [13] Dewey, J. (1897), My pedagogic creed. Genoptrykt i L. A. Hickman og T.M. Alexander (red.), The essential Dewey, Vol. 1. Bloomington: Indiana University Press, 1998, s. 229-235.
- [14] Pugh, K.J. og Girod, M. (2007), Science, Art, and Experience: Constructing a Science Pedagogy from Dewey's Aesthetics, *Journal of Science Teacher Education* **18**, s. 9-27.
- [15] Ryan, R.M. og Deci, E.L. (2000), Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being, *American Psychologist*, Vol **55**(1), s. 68-78 (citater fra s. 71).
- [16] Hein, H. (1996), The Art of Displaying Science: Museum Exhibitions. I A. I. Tauber (red.), *The Elusive Synthesis: Aesthetics and Science*. Amsterdam: Kluwer, s. 267-288.
- [17] Edlev, L. (2009), Naturoplevelser og naturfaglig interesse. Hvad er forholdet mellem æstetiske læreprocesser og naturfaglig undervisning?. I Jensen-Fink, K. og Nielsen, M.A. *Æstetiske læreprocesser – i teori og praksis*. Billesø & Baltzer.
- [18] Gjesing, K.B. (2013), Ørsted og Andersen og guldalderens naturfilosofi. *KVANT* bind **24**, nr. 4, december 2013.
- [19] Wong, E.D. (2007), Beyond control and rationality: Dewey, aesthetics, motivation, and educative experiences. *Teachers College Record*, **109**(1), s. 192-220.
- [20] Kragh, H. (2014), The Science of the Universe: Cosmology and Science Education. I M. Matthews (red.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. Dordrecht: Springer, s. 643-665.
- [21] Rugh, S.E. og Zinkernagel, H. (2016), Limits of time in cosmology, <https://arxiv.org/abs/1603.05449> (udkommer i bogen *The Philosophy of Cosmology* af K. Chamcham et al (red.) på Cambridge University Press, 2017).
- [22] Einstein, A. (1954). *Ideas and Opinions*. New York: Random House (citater fra s. 11).
- [23] Jakobson, B. og Wickman, P. (2008), *The Roles of Aesthetic Experience in Elementary School Science. Research in Science Education* **38**, s. 45-65.
- [24] Hadzigeorgiou, Y.P. (2012), Fostering a sense of wonder in the science classroom. *Research in Science Education* **42**, s. 985-1005.
- [25] Fisher, P. (1999), *Wonder, the rainbow and the aesthetics of rare experiences*. Boston: Harvard University Press.
- [26] Zinkernagel, H. (2013), Bohr mellem klassisk og kvantisk virkelighed. I L. Bruun, H. Kragh and F. Aaserud (red.) *Bohr på ny*. København: Epsilon, s. 197-211.
- [27] Longinus, On the sublime, <http://classicpersuasion.org/pw/longinus/desub001.htm>.
- [28] Dohn, N.B. (2007), Elevers interesse i naturfag – et didaktisk perspektiv. *MONA* **3**, s. 7-24 (citater fra s. 8).



Henrik Zinkernagel er lektor i videnskabsteori på afdeling for filosofi ved Granada Universitet. Hans forskningsinteresser omfatter fysikkens og kosmologiens filosofi samt forholdet mellem videnskab, æstetik og uddannelse. I efteråret 2016 er han gæsteforsker på Niels Bohr Arkivet i København hvor han arbejder med et projekt om æstetik i kvantemekanikkens udvikling.

Nobelprisen i fysik 2016 kan føre til topologiske kvantecomputere

Af Christine Pepke Pedersen, *KVANT* og DTU Fotonik

Nobelprisen i fysik gik – måske til manges overraskelse – ikke til den eksperimentelle måling af gravitationsbølger, men i stedet til teoretisk forskning i topologiske egenskaber af flade (2D) materialer. Faktisk kunne Nobelprisen for 2016 slet ikke gå til gravitationsbølgerne, da denne artikel først blev udgivet efter deadline (1. februar) for indstilling til årets Nobelpris.

Halvdelen af Nobelprisen blev i år uddelt til David J. Thouless fra University of Washington og den anden halvdel til F. Duncan M. Haldane fra Princeton University og til J. Michael Kosterlitz fra Brown University.

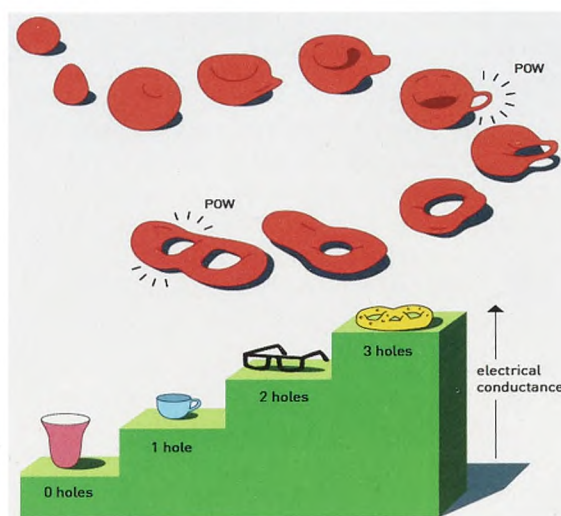
Topologi beskriver invariante egenskaber ved objekter, det vil sige egenskaber som ikke ændrer sig når objektet deformeres. Hvis formen skal ændre sig, må den gennemgå en trinvis ændring. Den trinvis ændring kan ligesom antallet af huller i objektet kun antage heltalsværdier, se figur 1.

Når man køler stof til omkring det absolutte nulpunkt (-273°C) opfører det sig kvantemekanisk og kan antage nye eksotiske faser som fx et kvantekondensat. Thouless og Kosterlitz forskede i 1970'erne i topologiske faseovergange i 2D materialer, hvilket resulterede i en helt ny forståelse af lav-dimensionelle faseovergange, som blev kaldt Kosterlitz-Thouless (KT) faseovergange.

I 2D-materialer ved lav temperatur danner små hvirvler par. Ved en kritisk temperatur sker KT-faseovergangen, hvor parret bestående af en hvirvel og en antihvirvel splittes op, og hver hvirvel bevæger sig i sin egen bane. Forklaringen af fysikken bag KT-faseovergangen er en af de vigtigste opdagelser indenfor faststoffysikken.

Thouless og Haldane forklarede i 1980'erne kvante-Hall-effekten – det, at Hall-effekten ved lave temperaturer i 2D-systemer er kvantiseret – ved topologi og topologiske

invarianter, der kun kan antage heltalsværdier. Forskningen i topologiske materialer kan bruges til at fremstille qubits (enhedsbærere af kvanteinformation) og kan blive afsluttende for udviklingen af kvantecomputeren.



Figur 1. En bold kan strækkes og bøjes til en kop uden hank da de er topologisk ens, mens det kræver en trinvis ændring at få en hank i koppen, da de er topologisk forskellige. Den trinvis ændring, at tilføje et hul til objektet, kan sammenlignes med kvante-Hall-ledningsevnen, som kun ændres i kvantiserede trin. Fra nobelprize.org.

Litteratur

- [1] The Nobel Prize in Physics 2016 (med uddybende artikler), www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2016/.

Vi er alle kartografer!

Af Olafur Eliasson og Aurélien Barrau

I foråret 2016 indledte kunstneren Olafur Eliasson og astrofysikeren Aurélien Barrau en mailkorrespondance¹ i anledning af Eliassons udstilling *The parliament of possibilities* på Leeum Samsung Museum of Art i Seoul. Det blev til en samtale i grænselandet mellem kunst og videnskab om, hvordan vi forstår verden, om rum og relativitetsteori, krop, kreativitet, tænkning og handling, og om hvordan, vi kan nå frem til nye indsigter ved at åbne vores sanser.

21. april 2016, 23:50

Kære Aurélien,

Hvordan går det – ?!

Har du tid til at begynde vores dialog til Leeum udstillingskataloget?

Jeg tænkte, at vi kunne tage dette korte citat fra en tekst af Bruno Latour som udgangspunkt:

“Kort bør betragtes som instrumentbrætter for en beregningsgrænseflade, der tillader én at lokalisere fortløbende vejvisere, mens man bevæger sig gennem verden, det berømte MULTIVERS af William James.”

KH,
Olafur

23. april 2016, 19:35

Kære Olafur,

Her er et første forslag til at sætte diskussionen i gang (med sætningen af Latour om James, som du citerede in mente). Lad mig vide, om det lyder som den rigtige tone for dig!

Med venlig hilsen,
Aurélien

William James' bog *A Pluralistic Universe* [dansk: Et pluralistisk univers] er vigtig for mig på mange forskellige måder og af mange forskellige grunde, men mest af alt, fordi den er fortæller for den opfattelse, at begreber fordrejer snarere end de afslører virkeligheden. Man kan tage skridtet videre, som den amerikanske filosof Nelson Goodman gjorde, og tænke sig, at virkeligheden i sig selv ikke rigtig eksisterer. Eller at

den i det mindste er en form for tom skal. Men 'noget' er der, omkring os, der påvirker os. Død og lidelse er ikke sociale konventioner. Så hvad er det, vi gør, når vi forsøger at skabe noget?

Vi er i virkeligheden nok i gang med at fremstille kort.

Kort er aldrig i en perfekt én-til-én korrespondance med det faktiske landskab (selve ideen om et faktisk landskab er ikke engang indlysende). Man skal vælge et målestoksforhold, en farvekode, et sæt af meningsfulde symboler osv. Kortet er i sig selv skabt med den stærke begrænsning at skulle udtrykke noget væsentligt om det landområde, det afbilder. Jeg ser mig selv, i mit arbejde som astrofysiker, som en slags kartograf. Jeg har en enorm frihed i udvælgelsen af, hvad jeg mener er vigtigt, og i den måde, hvorpå jeg forsøger at opbygge en korrekt teori, men jeg er tvunget til at indse de begrænsninger, der ligger i observationer og eksperimenter. “Multiverset” findes ikke blot i de forskellige universer, der muligvis blev skabt under inflationsfasen kort tid efter Big Bang, men også i vores måder at skabe verdener på. Og jeg ser på en eller anden måde dig arbejde i samme spor: Som en opfinder af verdener, der stadig har behov for og et ønske om at beskrive, hvad der ligger ud over dem selv, en slags overskud og noget, der er større end solipsisme²: Vi ved, at vi ikke kan røre virkeligheden ud over os selv, men hvis vi ikke forsøger at ændre vores perspektiv, er der ingen grund til at opfinde noget. Dette er noget, jeg især føler ved dit værk *Your unpredictable path* [dansk: Din uforudsigelige sti] (2016), skabt til denne udstilling.

Er du enig i dette?

Aurélien Barrau



Figur 1. Olafur Eliassons kunstværk “Your unpredictable path” (2016) er opbygget af mere end tusind farvede glaskugler, hvoraf nogle af dem er belagt med sølv, så de spejler beskueren. Glaskuglerne er placeret på en sortmalet baggrund i en formation, der minder om stjernetåger. Dimensioner: 3,30 × 11 × 0,30 m. Leeum Samsung Museum of Art. Foto: Hyunsoo Kim.

¹Samtalen blev oprindeligt bragt i udstillingskataloget *Olafur Eliasson: The parliament of possibilities*, udgivet af Leeum Samsung Museum of Art, 2016. Oversat fra engelsk af Michael Cramer Andersen.

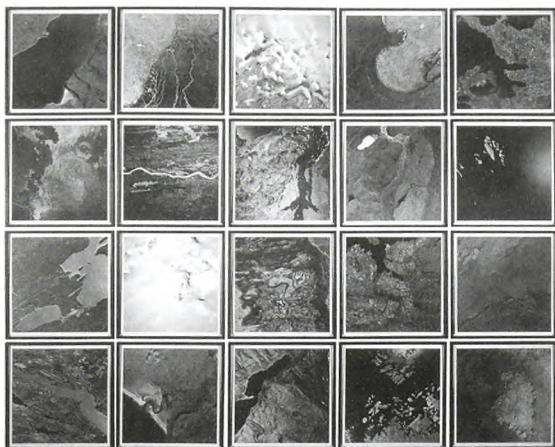
²*Solipsisme* er en filosofisk idé om, at kun ens egen bevidsthed eksisterer med sikkerhed.

25. april 2016, 11:57

Aurélien,

Vi er alle kartografer!

Jeg elsker den idé. Astrofysikere er kortmagere, kunstnere er kortmagere. Jeg har faktisk lavet en række kunstværker, kaldet *Cartographic series* [Kartografisk serie] (2000-)³, der anvender historiske luftfotos af Island.



Figur 2. "Cartographic series II" (2002). 20 graveringer på hver 51,7 × 51,7 cm. Olafur Eliasson. Foto: Jens Ziehe.

Et liv, der leves, er også et kort, der er ved at blive lavet, kunne man sige. Det er en række af abstrakte spor, af mærker, man sætter på verden – et kort organiseret efter lidenskaber og aktiviteter, tegnet ifølge et indre (moralisk) kompas.

Nu, hvor vi taler om kort som repræsentationer af virkeligheden i forhold til 'virkeligheden selv', så slår det mig, at spændvidden mellem de to karakteriserer, hvordan jeg arbejder – jeg er en del af virkeligheden og totalt forbundet med og fordybet i den, og samtidig reflekterer jeg over den, kortlægger den og tænker abstrakt. Det er i virkeligheden en dans. Virkelighedens og refleksionens dans. Jeg tror, det er én måde at visualisere det rum, jeg arbejder i.

Og dette rum ligner måske dit rum mere end jeg troede. Vi opfatter vist begge to rum som noget, der *giver plads til* endnu ikke verbaliseret stof og vi tror, at dette stof både eksisterer og medskaber hvad vi kan se, veje, måle, føle.

Jeg er fascineret af din idé om, at vi ikke kan røre den virkelighed, der ligger uden for os selv, men at vi netop er nødt til at gøre dette for at opfinde noget. Drømme er en måde at hæve os selv højt over *jeg-virkeligheden*. At have tillid til andre og deres handlinger er en god metode til også at favne en *du-virkelighed*. Empati er et stort begreb. Og ud over dette – at have tillid til abstraktion. At være tryk ved abstraktion.

Det får mig til at tænke på Édouard Glissant, den store tænker og digter fra Martinique. Han siger, at "rhizomatisk tænkning"⁴ er princippet bag det, jeg kalder relationens poetik, hvor hver eneste genstand bliver udvidet gennem dens forhold til det Andet".

Dette forhold til det Andet er også en drivkraft for mig. Arbejder du også med dette begreb?

O

³En del af denne serie kan ses på kunstmuseet Arken i Ishøj.

⁴*Rhizomatisk tænkning* bygger på begrebet rhizome, der er karakteriseret ved at en række elementer har mange indbyrdes forbindelser, som f.eks. hjernens neuroner. Det står i modsætning til hierarkiske strukturer som f.eks. træer, hvis grene udgår fra én stamme.

28. april 2016, 08:05

Kære Olafur,

Jeg er enig i dine interessante tanker og synspunkter.

Jeg er lidt mindre tryk ved ideen om 'virkeligheden selv', end du ser ud til at være. Jeg er ikke sikker på, om 'virkeligheden selv' overhovedet eksisterer. Jeg ser virkeligheden som en slags funktion eller relation: Den besvarer – nogle gange entydigt – vores spørgsmål eller argumenter, men vi kan frit vælge dem, som vi ønsker. Med et eksempel hentet fra filosofen Michel Foucault: Jeg tror at biologens græs er virkeligt og malerens ligeså. Men græsset for koen er lige så virkeligt og sikkert meget anderledes. Vi mangler evnen til at tygge drøv, ville Nietzsche sige!

Min opfattelse af rum er ganske dybt forankret i den post-einsteinske opfattelse: Alle "faste" strukturer er forsvundet. Alle absolutte rammer må kasseres. Ingen baggrund. Alt er dynamisk. Mere præcist vil jeg sige, at rum selv bliver et felt – dvs. en enhed i bevægelse. Rum er ikke længere et fast begreb; det bliver et fysisk fænomen. Men også et kunstnerisk, tror jeg. Og det er noget, jeg føler meget tydeligt i dine værker. Er du enig i dette? Rummet er ikke noget statisk: Det interagerer med sit eget indhold.

Angående vigtigheden af empati kan jeg kun følge dig i den forstand, at vi konstruerer en fælles virkelighed. Dette værdsætter jeg over næsten alt andet. Men empati er evnen til at kunne sætte sig i en andens mentale eller fysiske sted. Så selv her er vi fanget i os selv. Jeg er ingen fortaler for en naiv solipsisme, men jeg tror, at det er vigtigt at være bevidst om, at vi aldrig tænker eller rører ved noget med andet end vores egen krop eller hjerne. For mig betyder det dog ikke, at vi er begrænset til en bestemt lille del af virkeligheden – fordi vi har den ekstraordinære evne til at *udvikle os*. Verden er helt sikkert ikke længere den samme efter at vi har set en af dine udstillinger eller når vi har forstået kvantemekanikken.

Dit citat fra Édouard Glissant er meget fint. Hvilket naturligvis får mig til at tænke på Gilles Deleuze, som også har arbejdet meget med rhizomatisk tænkning. Jeg deler både med dig og med dem følelsen af, at forbindelsen til andethed er central og afgørende. Og rhizomet har den fantastiske egenskab, at det dekonstruerer hierarkier og vertikalitet. Det understreger også, at der altid er flere forbindelser, end vi kunne have forventet!

Jo mere, jeg tænker over det, des mere tror jeg, at modsætningen mellem opdagelse og skabelse – som har givet anledning til så mange debatter i videnskabsfilosofien – faktisk er meningsløs. Jeg synes ikke, at denne opdeling giver mening: Du og jeg er begge skabere og opdagelsesrejsende – ikke i den forstand, at vi kan antage forskellige tilgange afhængig af omstændighederne, men snarere fordi, når vi konfronteres med andethed, er det at opdage og at skabe præcis det samme. Selvfølgelig er der en grænse for, hvad vi kan skabe. Selvfølgelig er der en grænse for, hvad vi kan opdage. Men så snart vi arbejder seriøst, *skaber-opdager* vi nye verdener. Passer det med din opfattelse?

Med venlig hilsen,
Aurélien

Vi er alle kartografer!

3. maj 2016, 13:33

Aurélien!

Vi kan ikke nå ud over os selv, det er sandt, selv ikke gennem empati. Men vi kan give en lille smule slip på os selv. Det er ikke en disciplin, som jeg virkelig udmærker mig i, for at være ærlig, men jeg tror, at dét *at give slip* tilbyder et interessant og *andet* perspektiv på verden. Det gør noget ved vores bevidsthed, og ved vores sanser.

Ved at lade sanserne slappe af, åbner de op. Jeg tror, det er en måde at tune stærkere ind på verden. Så det er en rigtig interessant vej at gå.

Samtidig er jeg meget interesseret i begreber som ansvar og handling – ansvar over for hinanden, over for vores miljø, for klimaet selvfølgelig. Og behovet for at handle via kunst eller filosofi eller politik eller uddannelse eller græsrodsarbejde, eller hvad det nu kan være, for at hjælpe med at udvikle en bedre verden – eller bedre fremtidige verdener. Nogle ville nok hævde, at dét *at give slip*, og at det *at handle* er to modstridende veje at gå, men jeg tror, der er en måde at syntetisere dem: Ved at slappe af, give slip, være tillidsfuld, tage ansvar og handle.

Du har så ret med hensyn til at rummet ikke er statisk. Jeg skrev for øvrigt et par linjer om netop dette for nogen tid siden:

Det er nødvendigt at aflære rum for at kropsliggøre rum.
Det er nødvendigt at aflære, hvordan vi ser, for at se med vores kroppe.

Det er nødvendigt at aflære vores viden om kroppen i tre dimensioner for at genvinde vores krops virkelige dimensionalitet.

Lad os danse rum.

Lad os rekonfigurere vores kroppe.

Lad os fejre den følte følelse af nærvær.

Dette bringer mig til begrebet *legemliggørelse*. Jeg gætter på, at det måske ikke optræder så meget i astrofysik, eller gør det? I filosofi gør det selvfølgelig. For mig er det virkelig et centralt tema, der løber som en rød tråd gennem mit arbejde. Jeg spekulerer på, hvad du tænker.

yOURs
O

9. maj 2016, 11:38

Kære Olafur,

Jeg deler de fleste af dine tanker! Jeg ville nok vælge nøjagtig de samme positioner, men til dels af andre årsager.

'At give slip på os selv' er faktisk nødvendigt for at nedbryde den faste tro på, at vi kan kende eller røre *sandheden*. Jeg tror – nogle gange desperat – at det er nødvendigt at sætte alle disse værdier eller følelser, som vi tager for givet, i perspektiv, selvom de for det meste er konstruerede. Jeg ved ikke, om dette åbner sanserne, som du foreslår, men jeg tror, at det i alt fald 'ændrer rammen'; at det hjælper en med at adskille sig fra paradigmet. Det er, hvad tænkning handler om. . . .

Jeg kunne ikke være mere enig med dig i dit engagement for klimaet og miljøet. Kampen for dyrs rettigheder (og jeg inkluderer mennesker i den store familie af dyr) og imod den ubeskrivelige vold, som dyr for øjeblikket oplever, har

altid været en prioritet for mig. Men jeg er ikke sikker på, at jeg gør det ud fra en følelse af 'ansvar' eller for en 'bedre' verden. Jeg er for stor en tilhænger af Nietzsche til ikke at tænke ud over godt og ondt! Så jeg ville ikke indsatte et hierarki som model for, hvordan vi skal forstå verden eller henvise til en implicit moralsk nødvendighed for at forklare, hvorfor jeg gør det, men i stedet tilskrive det personlige og betingede årsager – som efter min mening gør vores valg endnu mere afgørende.

Ud over at være ansvarlige, tror jeg, vi skal føle hvor skrøbelig verden er. Alt kan ændre sig eller kollapse når som helst. Og for mig er verden ikke kun det astrofysiske univers. Det er også myren, der går på mit ben, den svageste lysstråle, der rammer mit øje, eller en idé, som vi end ikke har udtænkt endnu. Verden er multipel, brudt, uendeligt rig – vi ikke bare opdager den, vi skaber den også, hvert af dine kunstværker viser dette – og uendeligt skrøbelig. Det kræver omsorg og kreativitet.

Legemliggørelse. . . . Det er et fascinerende begreb! Jeg er ikke sikker på at det virkelig er fraværende i astrofysik eller kosmologi. Når alt kommer til alt, er vi bundet af vores krop. Tanken er en legemliggjort tilstand. Og Bergson sagde, at vores krop går op til stjernerne. . . . Man kan måske mene, at jeg er alt for metaforisk her, men lad os ikke tale, som om vi var i stand at vide, hvad *væren* helt bogstaveligt betyder. Vi kan ikke og vil aldrig være i stand til at vide dette.

Jeg ser verden, hvis det betyder noget som helst, som en slags 'relation' eller 'funktion'. Alt, hvad vi kan gøre, er at vælge argumentet i denne funktion. Men dette er faktisk en kæmpe frihed!

Ja, lad os danse! Og lad os lege med uorden, igen efter Nietzsche: "Man skal have kaos i sig for at være i stand til at føde en dansende stjerne." Vi er alle dansende stjerner. Og jeg tror, vi ikke kun danser i rummet; vi skaber rum med vores danse. For øvrigt, almen relativitetsteori lærer os faktisk, at hvis vi danser, så *må* rummet danse med os!

Jeg vil påstå, at vores begge to arbejde består i, ikke at skabe orden i kaosset, men i at finde mening i uordenen. Er du enig i dette?

Aurélien Barrau

14. juni 2016, 11:35

Aurélien!

Det er et stykke tid siden. Åbningen af min udstilling i Versailles har koloniseret mit sind og jeg er kun langsomt ved at frigøre mig fra den indsats og nervøse energi, som det kræver at skabe en udstilling af denne størrelsesorden. Det er afslappende at vende tilbage til mere langsommelige refleksioner.

Jeg ville kommentere din idé om at *skabe mening*: Jeg er nysgerrig på *hvornår* ting begynder at give mening, når jeg laver et kunstværk. Hvordan påvirker denne mening den person, der oplever kunstværket? Jeg har tit talt om at gøre tanke til handling ved at tage en masse små skridt, ved at bevæge mig fra skitsering til modelbygning, fra modeller til eksperimenter med materialer, materialer til form. Og igennem hele denne proces, er der følelsen af *samklang*, af at *lytte*, af *at være opmærksom* på den kunstneriske proces og de beslutninger, der træffes undervejs. I denne proces med at omsætte en idé til handling – som kunne være et kunstværk – spørger jeg mig selv, giver det mening eller ej? Hvad er

kriterierne for at noget giver mening? Jeg taler om at noget giver mening på den bredeste, mest ikke-kvantificerbare måde, du kan forestille dig. Sommetider ligger meningen i den måde, en ting eller tanke forbinder os kausalt til vores omgivelser. Det er konsekvenserne af, hvad vi gør, der bekræfter meningen i det gjorde. Dette antyder, at meningen af en tanke eller et kunstværk ikke ligger i det, jeg gør, men i konsekvenserne af, hvad jeg har gjort. Kunstnerisk handling ligger ikke i selve kunstværket men i den virkning, det har på sine omgivelser. Jeg tænker også på mig selv som et resultat af kunstværket. Kunstværket gør mig til kunstner og ikke omvendt.

Hvis man generaliserer lidt, kunne man sige dette mere specifikt om kreativitet: Folk tror fejlagtigt, at kreativitet er den faktiske handling, som for eksempel det at lave en skitse, men jeg tror, at kreativitet er den måde, som blyanten skubber til planeten på det tidspunkt, hvor tegningen udføres. Og skitsen er kun et spor af det skub, et vidnesbyrd om en handling, snarere end en essens i sig selv. I videnskaben er dette sandsynligvis velkendt, men i kunsten fremmer essentialistisk tænkning stadig tanken om, at tegningen rummer unikke kvaliteter som et autonomt objekt.

Så lad os tale om blyanten, der bevæger planeten: Hvordan føles det for planeten at blive skubbet til? Hvordan føles det for mig, når jeg bliver tegnet på eller udsættes for handling udefra? Din opfattelse af kaos antyder, at vi er en prik af orden i et hav af uorden, men jeg lover dig, at selv om jeg ikke viser det, bærer jeg uorden inden i mig. Og selvom vi kun har mødtes et par gange, tænker jeg, at du også bærer denne følelse i dig?

Det underbevidste stofs uorden er en tilstand, som jeg identificerer mig stærkt med. Når jeg bliver 'skubbet til' af et kunstværk, plejer jeg først at mærke det som en følelse, der endnu ikke er bevidst, men som allerede findes indeni mig, og som endnu ikke har antaget form, ord eller farve for den sags skyld. Skubbet fra kunstværket gør mig opmærksom på den følelse, jeg bærer i mig, så jeg føler mig spejlet af kunstværket – og det er vigtigt for mig, da jeg selv er af tid og rum og transformeres og bevæges i spejlingsprocessen. Nogle gange vil dét at se noget (f.eks. konsekvenserne af en tegning) verbalisere eller forme denne følelse i mig på mine vegne. Så du kan sige, at tegningen taler på mine vegne. Jeg kan lide tanken om, at kultur er i stand til at reflektere et endnu-ikke-verbaliseret følelsesmæssigt behov, som vi ikke fuldt ud vidste, at vi havde. Kultur bringer potentialet frem i os til at pleje vores følelse af at have værdi.

Olafur

23. juni 2016, 16:48

Kære Olafur,

Mange tak for din besked!

Jeg elsker din idé om de mange små skridt fra tænkning til handling, selvom jeg hælder mest til, at tænkning allerede er handling. Måske er det mest på grund af min egen interesse i såkaldt fransk teori (som en filosofisk bevægelse), men jeg synes, at de fleste af de gamle metafysiske binære modsætninger burde dekonstrueres – i det mindste som en hypotese. Især bør der sættes spørgsmålstejn ved dualismen mellem krop og bevidsthed. Dette fører mig til den pointe, at tænkning allerede kan betragtes som handling.

⁵Den omtalte artikel hedder "Cosmology without time: What to do with a possible signature change from quantum gravitational origin?", og kan findes her: <https://arxiv.org/abs/1607.07589>.

En tanke er noget levende i denne verden. En mental tilstand i vores hjerne er et resultat af en enorm mængde af input bearbejdet på en yderst kompliceret måde og påvirket af mange aspekter af vores historie.

Jeg tror, det er dybt virkeligt og ganske ofte performativt [dvs. udtrykker en handling]: At tænke om verden *ændrer* også verden, fordi tingene ikke eksisterer 'i sig selv', men snarere kun i forhold til vores konstruktioner og symbolske skemaer.

Jeg er helt enig i, at genstande er styret udefra. Og faktisk tror jeg, at dette også gælder videnskabelig tænkning. En ligning har ikke nogen værdi, når den betragtes afkoblet fra det, den henviser til, og hvor den kommer fra. Jeg tror ikke, at ligningen afslører virkelighedens ontologi. Jeg tror, at den skaber en slags ny *forbindelse* mellem stof og matematik eller, mere generelt, mellem forskellige symbolske systemer.

Problemet med ideen om 'at skabe mening' er, at det ofte hviler på den antagelse, at der kun er én mening. Og de mange mulige meninger er netop noget, der altid bør holdes for øje, tror jeg. Dette er præcis hvad jeg føler ved dine kunstværker: De tvinger os aldrig til vælge en entydig og forudbestemt bane. De er invitationer og ikke ordrer. Måske skulle vi i stedet tale om at "åbne sanserne"! Og selv om dette normalt ikke betragtes som indlysende, forekommer det mig, at vi også indenfor fysikken har en enorm frihed, da vi ikke sigter mod at beskrive en unik og fuldstændig defineret virkelighed.

At se os selv som "prikker af orden i et hav af uorden" er meget tiltalende. Men jeg er sikker på, at disse prikker også er oceaner af kaos indeni. Hvorfor ikke prøve at være mindre bange for kaos? Når alt kommer til alt er Kaos oprindelsen til alt, ifølge Hesiod.

Aurélien Barrau

13. juli 2016, 15:31

Aurélien,

Jeg tror, det er en perfekt sætning at slutte med. Tak for denne rejse i nyt terræn!

Lad mig vide, næste gang du kommer til Berlin. Det ville være fantastisk at fortsætte vores samtale ansigt til ansigt. Jeg har også et særligt researchskrivebord til besøgende forskere i mit atelier. Du er altid velkommen til at komme og bruge det og til at efterlade os fingeraftryk fra det ydre rum.

YOUrs
Olafur

17. juli 2016, 14:55

Kære Olafur,

Mange tak for din besked!

Jeg nød virkelig denne brevveksling!

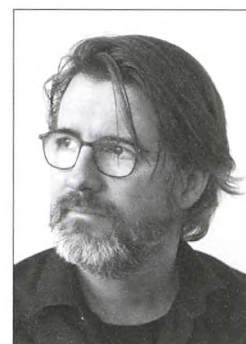
Jeg ville være meget glad for at møde dig igen. Jeg arbejder i øjeblikket på kosmologiske modeller, hvor tiden forsvinder tæt på Big Bang⁵. Jeg er sikker på, at du vil synes om det!

De bedste hilsner,
Aurélien

Aurélien Barrau er professor i astrofysik ved Grenoble Alpes Universitet. Som medlem af det prestigefyldte Institut Universitaire de France er han en af verdens ledende forskere i kvantekosmologi. Han er også involveret i adskillige eksperimenter, såsom udviklingen af *Alpha Magnetic Spectrometer*, som måler antistof i kosmiske stråler og *Large Synoptic Survey Telescope*, et kæmpeteleskop, der er ved at blive opført i Chile. Han har blandt andet modtaget den internationale Bogolyubov-pris i teoretisk fysik og den europæiske Jean Thibud-pris i partikelfysik. Barrau fik sin ph.d. i filosofi fra Sorbonne Universitet og arbejder i dag fortsat sammen med filosoffer, digtere og andre kunstnere.



Olafur Eliasson (f. 1967) bestræber sig på at gøre kunsten relevant for samfundet som helhed. Hans praksis er karakteriseret ved hans interesse i forholdet mellem rum, lys, sansning, bevægelse og krop. Kunst er for ham et essentielt værktøj til at mobilisere folk til at tage springet fra tænkning til handling. Han har udstillet på bl.a. Museum of Modern Art i New York, Tate Modern i London og Venedig Biennalen. Hans projekter i det offentlige rum omfatter *The New York City Waterfalls* (2008), *Cirkelbroen* i København (2015) og *Ice Watch* i København (2014) og Paris (2015). I 2014 grundlagde Eliasson og Sebastian Behmann Studio Other Spaces, et internationalt kontor for kunst og arkitektur. Sammen med Frederik Ottesen driver Eliasson den sociale virksomhed Little Sun, der fremstiller soldrevne lamper og mobilopladere til områder uden adgang til elektricitet. www.olafureliasson.net.



Aktuelle bøger

Af Michael Cramer Andersen og Anja Skaar Jacobsen

Jubilæumsbog med 100 års astronomi

Redaktører: Lone Bruun, Johan Peter Uldall Fynbo, Michael Quaade, Nicolai Vestergaard-Hansen. "Verdensbilledet i forandring – et hundredårigt perspektiv", 224 sider, 325 kr. Forlagetepsilon.dk.



Det er 100 siden at Astronomisk Selskab blev grundlagt. I denne anledning udgiver selskabet bl.a. denne bog i samarbejde med fysikinstitutterne på Københavns og Aarhus Universiteter samt DTU Space, der sammen med Fonden Dr. N.P. Wieth-Knuadsens Observatorium også har støttet bogen økonomisk.

Bogen indleder med at fortælle om foreningens historie og aktiviteter i dag. En central del af formidlingen af astronomi sker gennem foredrag af forskere, tidsskriftudgivelse og fremvisning af nattehimlen ved bl.a. "fortovsastronomi".

Formanden for Astronomisk Selskab, Johan Fynbo, skriver i sin indledning, "Faktisk er det en del af naturvidenskabens succes, at den kan afgrænse og fokusere på et specifikt spørgsmål. Sjældne gange sker der store gennembrud, hvor man pludselig henter ny erkendelse, der sprænger rammerne eller udvider horisonten for hele verdensbilledet", og han forklarer videre, at videnskabelige gennembrud er vigtige "fordi mennesker må vide, hvad det er for en virkelighed, man er en del af – hvor kommer mennesker fra? Der ligger et element af frigørelse i at forstå dette. En dybere viden

giver de eksistentielle grundspørgsmål, *hvem er vi, og hvor kommer vi fra?* en dybere grund.". Krydret med citater fra litteraturen fornemmer læseren, at udforskningen af Universet har en lang historie og også vil fortsætte i fremtiden. Det blev formuleret meget præcist af den romerske filosof Lucius Seneca: "Moder Natur afslører ikke alle sine mysterier på én gang".

Herefter følger 12 kapitler hver med fokus på et tema:

- Erkendelse og teknologi
- Tyngdekraften
- Big Bang
- Galakser
- Det mørke univers
- Sorte huller
- Solen og stjernemodeller
- Grundstoffernes oprindelse
- Kosmiske eksplosioner
- Solsystemet
- Exoplaneter
- De næste 100 år

Kapitlerne er skrevet af førende danske forskere indenfor astronomi og tilgrænsende områder. Forfatterne beskriver nogle af de vigtigste videnskabelige gennembrud indenfor de sidste hundrede år samt, hvordan forskningen bringer en dybere forståelse af den virkelighed mennesket er en del af.

Johannes Andersen og Niels Lund har skrevet om "Erkendelse og teknologi". De fortæller om, hvordan ny teknologi gang på gang har afsløret hidtil ukendte fænomener i Universet. Teknologien har bl.a. givet astronomerne værktøjer til at observere hele det elektromagnetiske spektrum og ikke kun det synlige lys. Udviklingen af fotografiske teknikker har revolutioneret astronomernes arbejde. Store spejlteleskoper på Jorden anvender stadig mere avanceret teknologi, fx adaptiv optik, og rumbaserede observatorier anvendes bl.a. til at studere stråling i de bølgelængder som absorberes af Jordens atmosfære og Hubble-Rumteleskopet har med stor succes demonstreret, at udsigten til Universet er bedst i rummet. Med det store radioteleskop ALMA søger astronomerne i disse år at besvare det store spørgsmål om, hvordan stjerner og planetsystemer dannes og konstruktionen af et 39 m teleskop, E-ELT er gået i gang.

Helge Kragh og Niels Obers har skrevet om "Tyngdekraften". Her fortælles om historiske opfattelser af tyngdekraften og om Newtons og Einsteins teorier. Blandt eksemplerne på anvendelser af den generelle relativitetsteori nævnes bl.a. sorte huller, afbøjning af lys samt tyngdebølger.

Helge Kragh og Steen Hannestad beskriver i kapitlet om "Big Bang" bl.a. de vigtige bidrag af Hubble og Lemaître, der blev fortolket som Universets udvidelse. Vi hører også om grundstofdannelse, den kosmiske baggrundsstråling og hvordan observationer af mørkt stof og mørk energi har sat

teoretikerne på arbejde.

Johan Fynbo, Lise Bech Christensen og Palle Møller skriver i kapitlet om "Galakser", hvordan gåden om "tågernes natur" blev løst gennem observationer af tågernes spektre. Det er spændende at læse citater af astronomer, der beskriver de tanker og følelser, som de nye erkendelser satte i gang. I dag undres astronomerne bl.a. over *radiogalakser*, *kvasarer* og *gammaglimt* og har udviklet snedige teknikker (fx 'smalbåndsfiltertechnik') til at aflure deres hemmeligheder.

Ole Eggers Bjælde, Allan Hornstrup og Steen Harle Hansen skriver i kapitlet "Det mørke univers" om opdagelsen og observationerne af mørkt stof og mørk energi. De diskuterer, hvad de to mørke komponenter af Universets energi kan være – fx endnu ukendte partikler? De forudsiger at gennembrudene måske vil komme i 2020'erne og 2030'erne, men at en komplet forståelse af mørk energi snarere vil tage 100 år.

Marianne Vestergaard og Troels Harnmark skriver om "Sorte huller". Her fortælles om sorte hullers egenskaber, hvordan de dannes og observeres. De store sorte huller som findes i centrum af kvasarer (og de fleste galakser) beskrives samt deres betydning for galakseres udvikling.

Jørgen Christensen-Dalsgaard, Hans Kjeldsen og Anja Cetti Andersen har skrevet om "Solen og stjernemodeller". De indleder med at fortælle, at gåden om stjernernes energiproduktion ikke var løst for 100 år siden. Vi hører om stjernedannelse og stjerners liv, der bl.a. forstås med Hertzsprung Russel-diagrammet – med dansk bidrag. Herefter beskrives Solens aktivitet og stjernemodeller, der først kunne løses numerisk da computeren kom frem. Modellerne er siden blevet testet bl.a. gennem observationer af neutrinoer og ved studier af Solens og andre stjerners svingninger.

Hans Otto Uldall Fynbo, Poul Erik Nissen, Camilla Juul Hansen og Birgitta Nordström skriver om "Grundstoffernes oprindelse". Her fortælles om, hvordan både kernefysikere og astrofysikere bidrog til at forstå kerneprocesserne i stjernerne og lige efter Big Bang. Derved blev gåden om grundstoffernes dannelse løst i samarbejde mellem de to discipliner. I dag studeres dannelsen af tungere grundstoffer i bl.a. supernovaer og den rolle de spiller i Mælkevejens kemiske udvikling.

Jens Hjorth, Giorgos Leloudas og Darach Jafar Watson skriver om "Kosmiske eksplosioner", der omfatter novaer, supernovaer og gammaglimt. Vi hører bl.a. om de korte gammaglimt og "kilonovaer", der menes at opstå når to neutronstjerner kolliderer.

Henning Haack, Uffe Gråe Jørgensen og Morten Bo Madsen skriver om "Solsystemet". Forståelsen af hvordan Solsystemet er blevet dannet har ændret sig afgørende de sidste 100 år. Indenfor geologien har særligt studiet af meteoritter bidraget til en større forståelse. Sammen med astronomiske modeller og observationer af både Solsystemet, især Mars, og i de senere år også exoplaneter, er der ved at tegne sig et sammenhængende billede.

Uffe Gråe Jørgensen, Lars Astrup Buchhave og Hans Kjeldsen skriver om "Exoplaneter". Der er udviklet mange metoder til at observere planeter omkring andre stjerner og metoderne supplerer hinanden med viden om exoplaneterne. Der berettes om nogle af de interessante exoplaneter og muligheden for at der kan være liv diskuteres, samt hvilke teknikker der planlægges i fremtiden.

I bogens afsluttende kapitel, "De næste 100 år", vover Johannes Andersen og Hans Kjeldsen et kik ind i fremtiden. Her fortælles om nye store anlæg på Jorden og satellitter, som forskerne vil kunne betjene sig af i løbet af de kommende år.

Det er et imponerende arbejde der er lagt i både tekst og illustrationer. Bagest i bogen er der bl.a. beskrivelser af de 29 forfattere. De mange bidragydere har, med sans for den men-

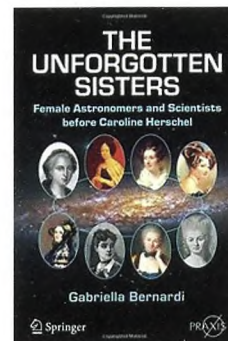
neskelige dimension, tilsammen skabt en samling spændende fortællinger om nogle af de opdagelser, der har ledt frem til vores nuværende viden. Undervejs nævnes også nogle af de væsentlig bidrag, der er kommet fra danske forskere. De beskriver samtidig de aktuelle ubesvarede spørgsmål som kommende forskere vil være optaget af. Bogen kan læses af alle astronomi-interesserede og kan bl.a. læses med stort udbytte af gymnasieelever. Bogen er svær at lægge fra sig og man får lyst til at vide endnu mere. Herfra skal lyde et stort tillykke med en vellykket bog!

MCA

Små biografier om kvindelige fysikere

Forfatter: Gabriella Bernardi.

"The Unforgotten Sisters. Female Astronomers and Scientists before Caroline Herschel", 179 sider, ca. 400 kr. Springer 2016.



Videnskabsmænd har altid primært været mænd og i traditionelle videnskabshistoriske oversigtsværker findes der stort set ingen beskrivelser af kvinder i videnskaben før det 20. århundrede. Man kan derfor forledes til at tro, at der slet ikke fandtes nogen kvinder i naturvidenskaben før i det 20. århundrede. Men de fandtes i et antal, der nok vil overraske de fleste. De fordeler sig, ifølge Gabriella Bernardi, på mindst 20 i oldtiden, 12 i middelalderen, ingen i perioden 1400-1500, 16 i det 17. århundrede, 24 i det 18. århundrede og 108 i det 19. århundrede. Til sammenligning er der pt. 2000 kvinder involveret i astronomisk forskning alene.

Bernardi har valgt at skrive 25 korte biografier om de mest betydningsfulde kvinder, der virkede i primært astronomi og matematik indtil og med astronomen Caroline Herschel (1750-1848). Udover at assistere sin berømte bror, astronomen William Herschel, blev Caroline Herschel selv en berømt kometjæger; hun opdagede hele otte kometer. Biografierne indeholder også korte opsummeringer af kvindernes videnskabelige bidrag. Af de 25 videnskabskvinder der beskrives i bogen, er de mest berømte nok ovennævnte Caroline Herschel, Hypathia af Alexandria (370-415), Hildegard af Bingen (1098-1179), Sophie Brahe (1556-1643), Elisabetha Hevelius (1647-93), Émilie du Châtelet⁶ (1706-49), Maria Agnesi (1718-99) og Mary Fairfax-Somerville (1780-1872). Til Bernardis ros skal nævnes, at hun også har medtaget kvindelige astronomer fra ikke-vestlige lande, nemlig Sonduk (?-647) fra Korea, Wang Zhenyi (1768-97) fra Kina samt den arabiske astronom Fátima af Madrid, der menes at have virket i det 10. århundrede.

En del af forklaringen på at videnskabskvinder glimrer ved deres fravær i den traditionelle videnskabshistorie hænger sammen med, at kvinder generelt ikke var en del af historieskrivningen, hverken i det kulturelle eller i det civile liv, helt op til midten af det 20. århundrede. Kvinder i videnskaben blev først genstand for historieskrivning i 1970'erne. I videnskabshistorien har man tidligere fokuseret ensidigt på de store geniers bidrag til den videnskabelige udvikling og har fortalt historien gennem deres banebrydende opdagelser (ligesom kongerækken i gammeldags historieskrivning). Kun yderst få af videnskabskvindernes bidrag var i den kaliber. Det var kun yderst få videnskabsmænds bidrag, der var i den kaliber i det hele taget.

⁶Se Else Høyrups artikel om Émilie du Châtelet i Kvant nr. 2 (2015). Else Høyrup har også skrevet artikler om Sophie Brahe og Elisabetha Hevelius, <http://www.kvinfo.dk/side/634/action/2/vis/17868/>.

Der er imidlertid mange gode grunde til at studere mindre kendte videnskabskvinders og -mænds bidrag. Man kan nemlig få et langt dybere kendskab til videnskabens udvikling ad den vej. For eksempel kan man få svar på hvordan nye opdagelser og ny teknologi blev modtaget, diskuteret og implementeret blandt astronomer og fysikere forskellige steder i Europa. For eksempel kan vi læse, at på trods af at Elisabetha Hevelius og hendes mand Johannes Hevelius var indehavere af et af tidens mest avancerede teleskoper, fortsatte de med også at observere med sigteinstrumenter mere end et halvt århundrede efter Galileo Galilei første gang vendte kikkerten mod himlen. Det antyder, at teleskoper endnu ikke var det bedste valg til præcisionsmålinger i positionsastronomien, hvor det at kunne manøvrere instrumentet præcist samt undgå optisk aberration var vigtigere end kikkertens lysforstærkende evne. Et meget vigtigt element i udbredelsen af ny viden var oversættelsen af værker mellem de store sprogområder. Émilie du Châtelet oversatte således Isaac Newtons "Philosophia naturalis principia Mathematica" til fransk, mens Mary Sommerville oversatte Pierre-Simon de Laplaces "Mécanique Céleste" til engelsk.

Der er en del fællestræk ved de betingelser kvinder har haft, eller netop ikke har haft, for at udøve deres interesse for naturvidenskab og matematik. I Vesten spillede kirken selv sagt en afgørende rolle i udelukkelsen af kvinder fra universitetet og lærde kredse. Formålet med universiteterne var at uddanne unge mænd, og før 1500 var uddannelsessystemet lukket for kvinder. Medlemskab af de videnskabelige akademier var langt op i tiden kun forbeholdt mænd. Ifølge Bernardi, fik Royal Society of London lavet en bronzebuste af Mary Sommerville, men hun kunne ikke selv se den, da kvinder var forment adgang til selskabets lokaliteter. Selv ikke Marie Curie, der modtog to nobelpriser, opnåede medlemskab af det Franske Videnskabernes Akademi. Oplysningstidens salon-kultur gjorde det imidlertid muligt for kvinder i de øverste samfundslag at deltage aktivt i videnskaben.

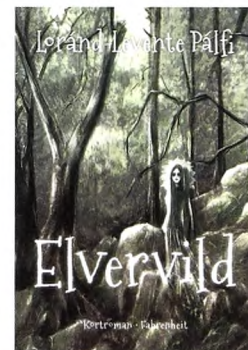
Igennem århundrederne blev kvindernes virke i naturvidenskaben og matematikken først og fremmest muliggjort i kraft af, at de var døtre af eller søstre eller hustruer til videnskabsmænd. Derudover krævede det naturligvis en vis velstand for at en kvinde kunne have sin frihed og midler til at beskæftige sig med naturvidenskab. De faktorer har gjort det muligt for kvinderne at modtage undervisning og senere at søge yderligere viden, at forske og måske endda at publicere egne værker, i nogle tilfælde under pseudonym. Bernardi opsummerer betingelserne for, at kvinder kunne deltage i astronomisk eller anden videnskabelig forskning med tre R'er. De to første R'er, skriver hun, står for "read and write"(!), altså adgang til uddannelse, mens det tredje R må stå for relationer f.eks. familierelationer eller adelige relationer, uden at det nævnes eksplicit i bogen.

Kvindes usædvanlige og heroiske livsforløb i videnskabens tjeneste i de fundamentalt patriarkalske samfund gennem tiderne er spektakulært stof og har givet rig inspiration til både skønlitteratur, teater og film. Bernardis bog er ligeledes henvendt til et bredt publikum. Men uanset hvor spændende et emne bogen omhandler, kan den desværre slet ikke anbefales, og det skyldes den ringe læseoplevelse den byder på. Indholdet er sådan set fagligt solidt, men som det antydes ovenfor er det som om argumenterne ikke er helt afrundede og der mangler kildeangivelser. Layoutet er ualmindeligt kluntet og værst er, at teksten er skrevet på et ubehjælpsomt engelsk. Mere end et sted nævnes for eksempel bror og søster som "the brothers"! Der kan simpelthen ikke have været læst korrektur på teksten. Så det er dårlig reklame for Springer, der ellers nok ved hvad de skal have for de 179 sider (kr. 400,-).

ASJ

Eksistentielle tanker

Forfatter: Loránd-Levente Pálfi.
"Elvervild", 142 sider, 129 kr.
Fahrenheit 2016.



I denne lille og ganske korte roman følger vi en ph.d.-studerende, Laust, der er meget optaget af videnskab, bøger og det paranormale som fx UFO'er. Han går konstant i selvmordstanker og kender alle statistikker for hvad de hyppigste former for selvmord er. Det kan være svært at finde en dybere mening med livet når filosofi og videnskab har kritiseret de traditionelle religiøse forklaringer. Mange mennesker tiltrækkes i stedet af overnaturlige fænomener, som (endnu) ikke kan påvises med videnskaben.

Laust er optaget af en spekulativ fysisk teori han kalder den Heim'ske fysik opkaldt efter den virkelige tyske fysiker Burkhard Heim (1925-2001). Teorien, der er fra 1950'erne, giver et bud på en kvantisering af rum og tid og hævder at kunne forklare elementarpartiklers masser. Teorien er kontroversiel.

Romanfiguren Laust har sat sig grundigt ind i den Heim'ske fysik og mener, at bevidsthed kan forklares som tilstande af stoffet. Det vil han bruge til at forklare paranormale fænomener – han arbejder tværfagligt. Der er ikke noget at sige til, at hans vejleder er betænkelig ved hans planer om at tage på en felttur til den norske vildmark sammen med nogle venner og noget dyrt videnskabeligt udstyr. Håbet er at finde sikre tegn på UFO'er. Undervejs er han ved at drive vennerne til vanvid med sine evindelige belæringer om alle de mærkelige ord der dukker op. Det virker som om, at hans belæste hjerne aldrig slapper af. Hans store ønske er også at lide en pludselig død, så hans forvirrende tanker bliver bragt til ende. Det er en underholdende bog, og man føler med hovedpersonen i hans desperate jagt på en mening med livet.

MCA

"Vild med viden" for børn

Flere forfattere "Vild med viden", 16 sider pr. bog, 20 kr pr. stk. Forlaget epsilon.dk 2016. www.vildmedviden.com.

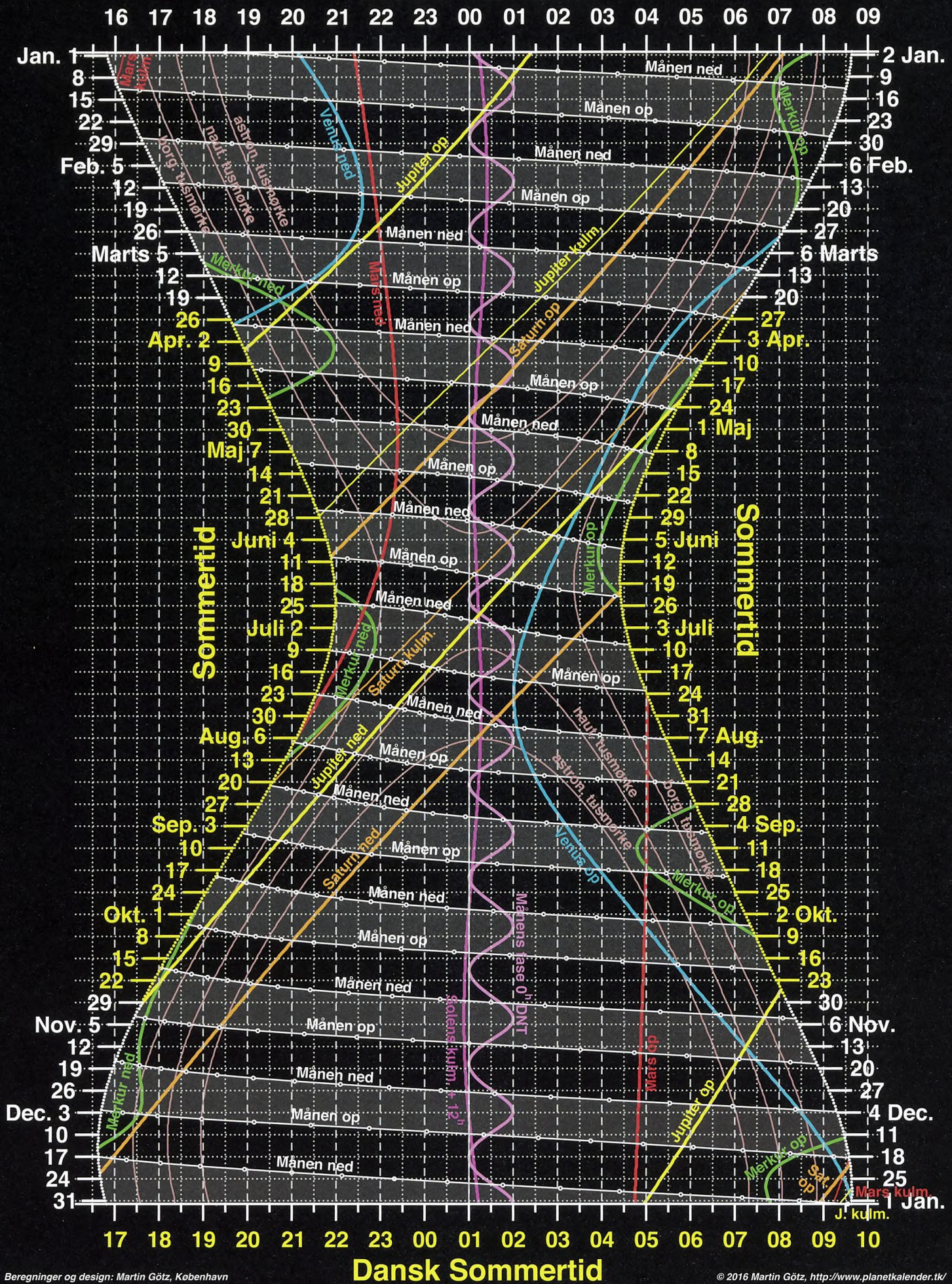


Bogserien "Vild med viden" henvender sig til børn fra 5-10 år og er skrevet af danske forskere i et letforståeligt sprog og med mange illustrationer. Bøgerne kan bruges til højtlesning og de lidt ældre børn kan selv læse dem. Særligt bogen om "Min rumrejse", skrevet af Andreas Mogensen vækker interesse blandt de yngre læsere. Se alle de nu 56 titler på bogseriens hjemmeside (www.vildmedviden.com).

MCA

Planetkalender for København 2017

Dansk Normaltid



Æstetik og astronomiske billeder – observationer i forskning og formidling

Af A. Emilie Gehl Skulberg

Mange forskere står ofte med overvejelser om, hvordan de bedst kan bruge billeder til at formidle deres viden – det være sig til fagfæller eller til et bredere publikum. Denne artikel giver en introduktion til forskning, primært foretaget af kunsthistorikere, som har undersøgt den æstetiske dimension af astronomiske observationer.

Indenfor de sidste årtier er interessen for billeder i naturvidenskaben vokset – mange billedspecialister og forskere udvikler stadigt bedre metoder til at gengive data visuelt, og kommunikere resultater ud til et bredere publikum, ved hjælp af appellerende billeder. Naturvidenskabelige billeder har også vakt interesse hos forskere fra andre fagfelter, og i dag forskes der i videnskabelige billeder fra discipliner så forskellige som kunsthistorie, sociologi, informationsvidenskab, samt videnskabsfilosofi og -historie, for blot at nævne nogle få eksempler. Denne artikel giver en indføring i en lille del af dette mangfoldige forskningsfelt – forskning i nutidens astronomiske billeder – med udgangspunkt i kunsthistorien.

“Pretty pictures” og videnskab

En af de mest indflydelsesrige artikler, som omhandler den æstetiske værdsættelse af astronomiske billeder, er baseret på en undersøgelse foretaget af sociologen Michael Lynch og kunsthistorikeren Samuel Y. Edgerton Jr.¹ Ved et feltstudium foretaget i 1986-87 adspurgte Edgerton og Lynch en række astronomer omkring den æstetiske dimension af processeringen af de billeder som de arbejdede med. Det førte ofte til, at forskerne viste billeder frem – nærmere bestemt det, de kaldte for “pretty pictures”. Formålet med “pretty pictures” var at skabe “æstetiske” billeder, der kunne tiltrække mennesker, som ikke var specialister i feltet [2] s. 192.:

“Pretty pictures were said to be important, not simply for personal diversion and popularized display, but for promoting astronomical research. For instance, one scientist mentioned that spectacular false-coloured images can come in handy as cover-illustrations for grant proposals reviewed by NASA and other government bodies. Another researcher amassed a large collection of slides, and developed captions for them, to be packaged as a promotional programme for a series of astronomical satellites proposed for launching by NASA. Images were selected and prepared specifically for these purposes, using false colour schemes believed to appeal to lay audiences.”

Forskere udformede billeder baseret på data fra observationer på forskellige måder, afhængigt af om et billede skulle bruges i et videnskabeligt tidsskrift eller

til formidling til et bredere publikum. I de laboratorier for billedprocessering, som Edgerton og Lynch besøgte, blev data fra observationer vist på en skærm i en matrix. Ud fra disse rådata, har billedteknikere og forskere et bredt udvalg af muligheder for den visuelle fremstilling.

En række softwarepakker kan tages i brug for at fjerne visuel ‘støj’, så billedet bliver lettere at læse. Derudover kan man øge kontrast og gøre overgange mellem pixels mere bløde. Den mest iøjnefaldende forskel mellem billeder, som blev brugt til forskning og “pretty pictures”, var dog farvelægningen.² Mens forskerne foretrak at analysere billeder i sort-hvid, tilsatte de farve i de “pretty pictures”, som skulle bruges til formidling. Billeder, som blev brugt til forskning, var – i forskernes øjne – ikke forbundet med æstetik: Simplicitet, grafisk elegance og praktisk anvendelighed hørte blandt de kvaliteter som astronomerne satte pris på. Her, argumenterer Edgerton og Lynch, kan vi dog pege på en lighed med realismen i kunsten, bredt forstået som en stræben efter at gengive et motiv så virkelighedsnært som muligt. Ved processeringen af billeder som skulle bruges til forskning, fandt Edgerton og Lynch, forsøger astronomer netop at skabe et virkelighedsnært billede, hvor de relevante data står klart frem, ud fra den rå, ubehandlede version af de astronomiske data.

Det ydre rum set som landskab

Edgertons og Lynchs undersøgelse, baseret på observationer af og interviews med forskere, kan stadig være relevant for diskussionen omkring astronomiske billeder i dag – på trods af at indsamlingen af empiri fandt sted for flere årtier siden. Kunsthistorikerne Elizabeth A. Kessler og James Elkins, der hver især har undersøgt billeder konstrueret fra data indsamlet med Hubble Rumteleskopet, citerer begge Edgerton og Lynchs artikel – men hvor Kessler interesserer sig for de såkaldte “pretty pictures” fokuserer Elkins på billeder, som bruges til forskning.

Billeder fra Hubble Rumteleskopet har udgjort forside på tidsskrifter, motiver på frimærker, baggrundsbilleder på computerens skrivebord og har været temæt for en række bøger. Formidlingen af Hubble Rumteleskop-projektet har været usædvanligt effektiv: Normalt, skriver Kessler, varer interessen i medierne for nye videnskabelige resultater eller en ny mission blot et par uger. Resultaterne fra Hubble Rumteleskopet er dog blevet ved med at tiltrække opmærksomhed siden teleskopet blev sendt op i 1990.

¹ Interesserede læsere anbefales desuden at konsultere Edgerton og Lynchs artikel “Abstract Painting and Image Processing” [1].

² For en praktisk indføring i videnskabskommunikation, inklusive udformningen af visualiseringer, kan det i høj grad anbefales at se Lars Lindberg Christensens *The Hands-On Guide for Science Communicators, a Step-By-Step Approach to Public Outreach* [3].



Figur 1. Dette billede blev fremhævet som et “landskabsbillede” fra kosmos, i forbindelse med 10-års-jubilæet for Hubble Rumteleskopet. Billedkilde: NASA, ESA, og The Hubble Heritage Team (STScI/AURA).



Figur 2. Thomas Moran, *The Grand Canyon of the Yellowstone* (1872), Smithsonian American Art Museum.

Snarere end blot at være kønne, mener Kessler, giver de farverige billeder fra Hubble Rumteleskopet (se fx figur 1) associationer til romantiske landskabsmalerier, som fremviser den uberørte natur ved den amerikanske *frontier* (se til eksempel figur 2). Instrumenterne i Hubble Rumteleskopet kan opfange bølgelængder indenfor det synlige lys, men også infrarødt og ultraviolet, som ikke kan ses med det blotte øje. Et farverigt billede konstrueres ved sammensætningen af flere sort-hvide billeder, hvorefter det tilsættes farve – det kan for eksempel være naturlige farver, som giver et indtryk af, hvordan et fænomen ville kunne se ud, hvis et menneske så på det fra et rumskib, eller de såkaldte ‘enhanced-’ eller ‘false colors’, der kan bidrage til at fremhæve de forskellige strukturer i et astronomisk objekt.³

³For mere baggrund omkring billeder fra Hubble Rumteleskopet, se artiklen “Creating Hubble’s Technicolor Universe” [4]. Se også Kesslers artikel “Pretty Sublime” [5].

Ifølge Kessler er der ved beskrivelsen af billederne, samt farvelægning og valg af orientering og beskæring i forbindelse med billedredigering, tale om visuelle fællestræk mellem landskabsmalerierne og billederne fra Hubble Rumteleskopet. Derudover analyserer Kessler billederne ud fra begrebet om det sublime, som hun definerer som “an extreme aesthetic experience, one that threatens to overwhelm even as it affirms humanity’s potential”, [6] s. 5, med inspiration fra den engelsk-irske politiker og filosof Edmund Burke (1729-1797) og den tyske filosof Immanuel Kant (1724-1804). “Sublimt er det”, skriver Kant “som, blot ved at det kan tænkes, beviser en sindets evne, der overgår enhver sansemålestok.” [7] s. 88. Når menneskets indbildningskraft og forstand kommer til kort i mødet med et

naturfænomen, der er ufatteligt stort eller viser naturens magt, kan mennesket via fornuften overkomme naturen i form af de ideer som det storslåede eller magtfulde har igangsat – for eksempel ideen om det uendelige.⁴ Billederne, som er et resultat af Hubble Rumteleskopets udforskning af det ydre rums *frontier*, fremkalder ifølge Kessler samme process [6] s. 20:

“For Kant, the sublime set in motion the senses and reason, challenging the former and elevating the latter. Through their very resemblance to earthly experiences the Hubble images accomplish the same, and it is through a recurring engagement with the senses and with reason that they invite an aesthetic experience of the sublime again and again.”

Dette kan altså være en forklaring på, hvorfor billederne fra Hubble Rumteleskopet har vakt så stor interesse hos den almene offentlighed – at billederne er mere end blot kønne, idet de vækker følelsen af det sublime hos beskueren.

Teleskopets blik fra et kunsthistorisk perspektiv

James Elkins finder derimod 'enhanced color'-billeder problematiske [11] s. 87:

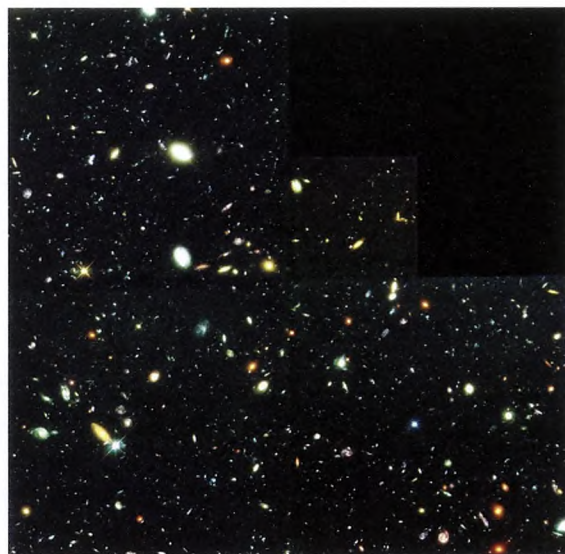
“Recently, the astrophysics community has been giving itself some poor press with the art world by disseminating what scientists call “pretty pictures”: hopped-up versions of legitimate photographs, with the colors intensified or falsified. Pretty pictures sell as calendar art and they apparently help direct public interest to unmanned space missions, but they have also worked to further alienate serious art making from serious science.”

Det er altså ikke kun i astronomien, at man kan støde på diskussionen omkring de æstetiske kvaliteter ved billeder, som typisk tages i brug i populærvidenskaben, og billeder, som bliver brugt til forskning. Mens Elkins er skeptisk overfor “pretty pictures” er han entusiastisk omkring de billeder, astronomer bruger i forbindelse med forskning. I *Six Stories from the End of Representation: Images in Painting, Photography, Astronomy, Microscopy, Particle Physics, and Quantum Mechanics, 1980-2000* undersøger Elkins blandt andet astronomiens stadige fremskridt ved at afsløre fænomener, som ikke kan ses med det blotte øje.

Det gælder blandt andet *Hubble Deep Field North* – en sammensætning af billeder taget i 1994, som blev produceret ved at rette Hubble Rumteleskopets “mekaniske øje”⁵ mod et lille område af rummet, der lå langt væk fra klare stjerner, som ellers ville have stået i vejen for at kunne se dybere ud i Universet (figur 3). Resultaterne var spektakulære: Det viste sig, at der gemte sig næsten 3.000 galakser i forskellige

udviklingsstadier, i det rum som før havde forekommet at være stort set fri for lyskilder.

Hubble Deep Field-billederne er også farvelagt, men som Elkins formulerer det, er farvelægningen [11] s. 104: “plausible because the redshifted wavelengths recorded by the telescope are color-corrected and stacked back into the familiar blue, green, and red channels used in computer-assisted display. Scientists sometimes call these images “true color” (in quotation marks) or ‘pseudo-color’.” Deep Field-billederne bliver ofte beskrevet som en tidsmaskine. På grund af den tid det tager lyset fra galakserne at rejse gennem rummet, indtil det har nået Hubble Rumteleskopets blik, er de galakser vi betragter i et deep field-billede meget unge – mange af galakserne er så tidligt i deres udvikling, at der endnu ikke er blevet formet stjerner. Hubble Deep Field-billederne lader os altså se Universets tidlige barndom.



Figur 3. Det første Hubble Deep Field-billede, Hubble Deep Field North. Billedkilde: Robert Williams, the Hubble Deep Field Team (STScI) og NASA/ESA.

“The HDF-N’s most wonderful visual act”, skriver Elkins, “was the attempt to see *beyond* the faintest galaxies on the plate – to see something in the black regions between the faint bright spots, at the very end of the visible universe” [11] s. 101. Ved de mørke områder er farvetonerne ikke ensformige [11] ss. 103-4:

“If you enlarge part of the HDF-N far enough and avoid anything that looks bright, you find yourself looking at a shifting ocean of pixels: blue-black, black, green-black, red-black – there is no uniform darkness between the farthest galaxies... The ‘skies’ of images like the HDF-N are anything but placid, painted backdrops. They shimmer and boil with colors: they seem alive, even moving. There is nothing, to me, that is more uncanny than these “summery” scenes from the very end of the visible universe.”

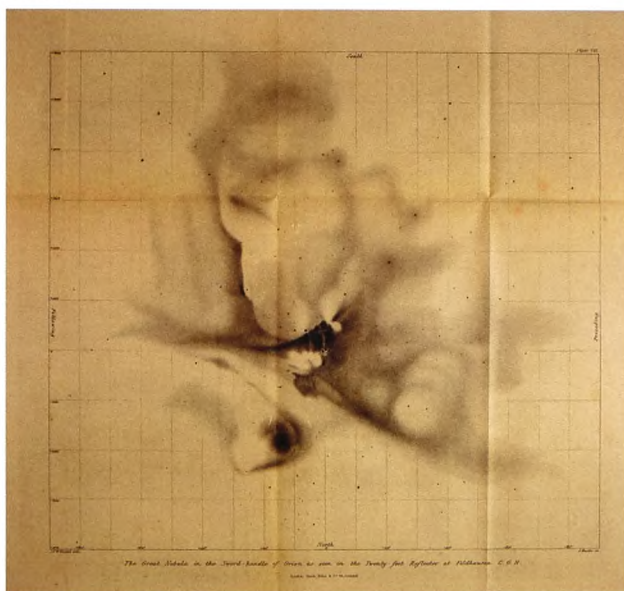
⁴For det sublime hos Burke, se *A Philosophical Enquiry into the Sublime and Beautiful* [8]. For baggrundslæsning om det sublime hos Kant, se Paul Crowthers *The Kantian Sublime: From Morality to Art* [9] og Malcolm Budds *The Aesthetic Appreciation of Nature* [10].

⁵Kunsthistorikeren Martin Kemp bemærker at [12] s. 242: “As a mechanical eye, the Hubble telescope stands in a long succession of human endeavours to create the ultimate form of sight – one that is all powerful and rigorously objective, untouched, as it were by human hand and more importantly uncontaminated by the fallibilities of our limited visual apparatus.”

Flere astronomer har forsøgt at afsøge dette mørke – hvor, synes det centrale spørgsmål at være, ligger grænsen for hvad vi kan se? Hvad ligger der gemt i de utydelige former vi netop kan ane? Hvornår er der tale om støj, og hvornår er der tale om signaler? I pressemeddelelsen, som introducerede det første Hubble Deep Field-billede, lød det: “One of the great legacies of the Hubble Telescope will be these deep images of the sky showing galaxies to the faintest possible limits with the greatest possible clarity from here out to the very horizon of the universe.”⁶

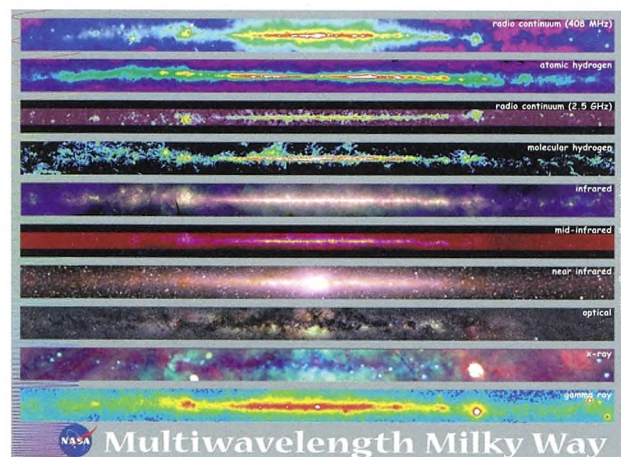
Flere perspektiver

Kessler og Elkins har vidt forskellige præferencer når det gælder værdien af de fængende, farverige billeder produceret med henblik på formidling til et bredt publikum, sammenlignet med billeder som bruges til forskning. Det er dog ikke kun valgene som foretages under billedprocesseringen, som optager de to kunsthistorikere: Det er afsøgningen af nye udsigter i det ydre rum, som fascinerer Elkins i hans analyse af “the very end of the visible universe”, og som Kessler fokuserer på i sin analyse af *the frontier* i billederne fra Hubble Rumteleskopet. Den teknologiske udvikling, i form af at kunne observere dybere ud i Universet, og i flere bølgelængder, har naturligvis implikationer i forhold til de spørgsmål vi står foran, ved processeringen af billeder.



Figur 4. Denne gravering er baseret på en af den engelske astronom John Herschels (1792–1871) tegninger af Oriontågen. Graveringen blev udgivet i *Results of Astronomical Observations Made during the Years 1834, 1835, 1836, 1837, and 1838, at the Cape of Good Hope, Being the Completion of the Survey of the Whole Surface of the Heavens, Commenced in 1825* (1847).

I 1800-tallet forsøgte man at gengive astronomiske objekter som stjernetaager og galakser i tegninger og graveringer, baseret på observationer i optiske teleskoper (et eksempel på en graving kan ses på figur 4). I dag kan vi, med hjælp fra teleskoper, se langt udover den lille del af det elektromagnetiske spektrum, som består af synligt lys – figur 5 viser for eksempel visualiseringer af Mælkevejen, baseret på observationer i ti forskellige bølgelængder af det elektromagnetiske spektrum. I takt med at der bygges bedre teleskoper og satellitter og teknikkerne for billedprocessering forbedres, vil vi fremover stå foran flere spørgsmål, når det kommer til billedprocessering af de stadigt voksende mængder af data, som indsamles gennem observationer.



Figur 5. Dette billede viser Mælkevejen i visualiseringer baseret på data fra observationer i ti forskellige bølgelængder. Billedkilde: NASA.

Diskussionen omkring de teknikker som bedst kan bruges til visuelle fremstillinger baseret på observationer er ikke unik for vores tid. Astronomen Charles Piazzi Smyth fremlagde for eksempel i 1843 en række bemærkninger omkring astronomiske tegninger – fra præcisionen af forskellige tegneteknikker til brugbarheden af at vise tegningerne i negativ (hvor det som forekommer lyst i observationen repræsenteres med det mørke i tegningen) eller i positiv.⁷ I dag står vi ikke foran spørgsmål om tegneteknik, men omkring hvordan de værktøjer, som billedprocesseringen giver os, bedst kan bruges. Er det, at vi er i stand til at tilsætte ‘falske farver’ til billeder, noget vi bør benytte os af, for at kunne formidle astronomisk viden og nye resultater effektivt og få flere midler til fremtidig forskning? Bidrager “pretty pictures”, som Elkins fremsætter, ligefrem til dårlig reklame for astronomien? Eller bør “pretty pictures” blive set som vor tids “landskaber” af nye eksotiske horisonter, som kan fremkalde følelsen af det sublime? Disse spørgsmål må være op til hver enkelt læser.

⁶Citatet stammer fra astronomen Harry Ferguson, som var med på holdet bag Hubble Deep Field. Pressemeddelelsen er tilgængelig på: <http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/1996/01/text/>.

⁷For videre læsning om 1800-tallets astronomiske billeder kan det anbefales at begynde med videnskabshistorikeren Omar Nasims spændende monografi om astronomiske tegninger, kaldet *Observing by Hand: Sketching the Nebulae in the Nineteenth Century* [13]. Dette emne behandles også i Simon Schaffers interessante artikel “On Astronomical Drawing” [14]. Fysikeren og videnskabshistorikeren Klaus Hentschel har i *Mapping the Spectrum: Techniques of Visual Representation in Research and Teaching*, undersøgt spektroskopi i 1800- og 1900-tallet [15]. Se også *The Role of Visual Representations in Astronomy: History and Research Practice: Contributions to a Colloquium Held at Göttingen in 1999*, redigeret af Hentschel og Alex D. Whittmann [16].

Litteratur

- [1] Michael Lynch and Samuel Y. Edgerton Jr. (1996), Abstract painting and image processing. In Alfred I. Tauber, editor, *The Elusive Synthesis, Aesthetics and Science*, bind 182. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- [2] Michael Lynch and Samuel Y. Edgerton Jr. (1988), Aesthetics and digital image processing, representational craft in contemporary astronomy. In Gordon Fyfe, editor, *Picturing power, Visual Depiction and Social Relations*. Routledge, London.
- [3] Lars Lindberg Christensen (2006), *The Hands-On Guide for Science Communicators, a Step-By-Step Approach to Public Outreach*. Springer, N.Y.
- [4] Ray Villard and Zoltan Levay (2002), Creating hubble's technicolor universe. *Sky & Telescope*, bind 104(3):28.
- [5] Elizabeth A. Kessler (2011), Pretty sublime. In Roald Hoffmann and Iain Boyd Whyte, editors, *Beyond the Finite, The Sublime in Art and Science*. Oxford University Press, New York.
- [6] Elizabeth A. Kessler (2012), *Picturing the Cosmos, Hubble Space Telescope Images and the Astronomical Sublime*. University of Minnesota Press, Minneapolis, Minn.
- [7] Immanuel Kant (2006), *Kritik af den æstetiske dømmekraft (Kritik af dømmekraften)*. Billedkunstskolens forlag.
- [8] Edmund Burke (2015), *A Philosophical Enquiry into the Sublime and Beautiful*. Oxford University Press, New York.
- [9] Paul Crowther (1991), *The Kantian Sublime, From Morality to Art*. Clarendon, Oxford.
- [10] Malcolm Budd (2002), *The Aesthetic Appreciation of Nature*. Oxford University Press.
- [11] James Elkins (2008), *Six Stories from the End of Representation: Images in Painting, Photography, Astronomy, Microscopy, Particle Physics, and Quantum Mechanics, 1980-2000*. Stanford University Press, Stanford.
- [12] Martin Kemp (2006), *Seen/Unseen: Art, Science, and Intuition from Leonardo to the Hubble Telescope*. Oxford University Press, New York.
- [13] Omar W. Nasim (2013), *Observing by Hand, Sketching the Nebulae in the Nineteenth Century*. University of Chicago Press, Chicago, Ill.
- [14] Simon Schaffer (1998), On astronomical drawing. In Peter Louis Galison and Caroline A. Jones, editors, *Picturing science, producing art*. Routledge, New York.
- [15] Klaus Hentschel (2002), *Mapping the Spectrum: Techniques of Visual Representation in Research and Teaching*. Oxford University Press, New York.
- [16] Klaus Hentschel and Alex D. Whittmann (2000), *The Role of Visual Representations in Astronomy: History and Research Practice: Contributions to a Colloquium Held at Göttingen in 1999*. Deutsch, Thun Frankfurt am Main.



A. Emilie Gehl Skulberg er cand.mag. og specialiserer sig i naturvidenskabelige billeder, med en særlig interesse for den visuelle dimension af astrofysikken.

Foreningsnyt – foredrag i foråret 2017

Dato	Tid	Foredragstitel	Foredragsholder	Forening
Januar				
23/1	19.15	Tyngdekraften – Fra Newton til Einstein	Helge Kragh	AS (Kbh)
30/1	19.15	Tyngdekraften – Fra Newton til Einstein	Helge Kragh	AS (Aarh)
30/1	19.30	Se titel på naturvidenskab.net		SNU
Februar				
20/2	19.15	Sorte huller og Big Bang	Troels Harmark	AS (Kbh)
27/2	19.15	Sorte huller og Big Bang	Troels Harmark	AS (Aarh)
27/2	19.30	Se titel på naturvidenskab.net		SNU
Marts				
13/3	19.15	Tyngdebølger	Søren Brandt	AS (Kbh)
20/3	19.15	Tyngdekraft og banebestemmelser	Hans Kjeldsen	AS (Aarh)
20/3	19.30	Se titel på naturvidenskab.net		SNU
April				
3/4	19.15	Tyngdebølger	Søren Brandt	AS (Aarh)
3/4	19.15	Tyngdekraft og banebestemmelser	Hans Kjeldsen	AS (Kbh)
4/4	19.30	Se titel på naturvidenskab.net		SNU
Maj				
1/5	19.15	Tidevandet	Ib Lundgaard Rasmussen	AS (Kbh)
8/5	19.15	Tidevandet	Ib Lundgaard Rasmussen	AS (Aarh)
8/5	19.30	Se titel på naturvidenskab.net		SNU

AS (Kbh): Astron. Selskab (Kbh), Aud. 2, H.C. Ørsted Institutet, Universitetsparken 5, 2100 Kbh Ø (www.astronomisk.dk).

AS (Aarh): Astron. Selskab (Aarh), Matematisk Inst., Aarhus Univ., Ny Munkegade 118, Bygn. 1530, Aud.F/G122, 8000 Aarhus C.

SNU: Geologisk Museum, Øster Voldgade 5-7, 1350 København K (www.naturvidenskab.net, www.facebook.com/SNU1824).

Selskabet for Naturlærens Udbredelse

Temaet for foredragsrækken i foråret 2017 er "Energi". SNU byder på en række spændende foredrag om forskellige emner. Man behøver ikke at være medlem af SNU for at komme til foredragene. Alle er hjertelig velkomne!

Dansk Fysisk Selskab

Årsmøde 2017

Dansk Fysisk Selskab holder Årsmødet for 2017 den 22.-23. maj, på *Fænø-Sund Conferencecenter* ved Middelfart.

I lighed med sidste år vil Årsmødet have særligt fokus på vækstlaget i dansk fysik, på netværkning på tværs af institutioner, og der vil derudover være tematiske sessioner om blandt andet undervisning. Årsmødet vil i 2017 blive holdt sammen med *Dansk Selskab for Medicinsk Fysik*, med fælles foredrag om blandt andet de nye muligheder som accelerator-baseret partikelterapi giver.

Vi håber i arrangørkomiteen igen i år at se mange såvel kendte som nye ansigter til Årsmødet, og vi glæder os til at blive opdateret på hvad der rører sig i den danske fysikverden.

Ny bestyrelse i DFS

Efter fredsvalg i efteråret 2016 har Dansk Fysisk Selskab fået ny bestyrelse: Kristoffer Haldrup (formand), DTU Fysik; Ian Bearden (næstformand), NBI; Karsten Riisager (kasserer), AU; Morten Bache, DTU Fotonik; Mette M.-L. Grage (KIF), VUF; Jørgen Beck Hansen, NBI og Thomas Rytto, SDU.

Bestyrelsen har konstitueret sig og vil gerne takke Jørgen Schou for hans store indsats som DFS-formand i 8 år! Bestyrelsen vil i den kommende tid arbejde for at styrke DFS som fagligt fællesskab igennem afholdelse af spændende og brede årsmøder, og igennem en styrket kommunikationsindsats. Forslag, spørgsmål eller ideer kan sendes til dfs@nbi.dk. Se nærmere på hjemmesiden www.dfs.nbi.dk.

Astronomisk Selskab

"Tyngdekraften" er et højaktuelt tema, specielt efter opdagelsen af gravitationelle bølger i 2016. I foredragsrækken i foråret 2017 sætter vi fokus på en række interessante aspekter af tyngdekraften.

Indkaldelse til generalforsamling:

Astronomisk Selskabs generalforsamling holdes lørdag den 22. april kl. 13 på *Naturcenter Skovgård*, Vandværksvej 32, Egebjerg, 8700 Horsens. Dagsorden:

1. Valg af dirigent og referent.
2. Godkendelse af referatet fra forrige generalforsamling 16. april 2016.
3. Formandens beretning om Astronomisk Selskabs virksomhed i det forløbne år.
4. Beretning fra sektioner og udvalg.
5. Kassererens beretning for det reviderede regnskab.
6. Godkendelse af bestyrelsens budgetforslag for indeværende år og fastsættelse af medlemskontingent for det kommende år.
7. Vedtægtsændring som beskrevet i Kvart nr 1, 2016.
8. Indkomne forslag.
9. Valg af to bestyrelsesmedlemmer for tre år.
10. Valg af en første og en anden suppleant til bestyrelsen for ét år.
11. Valg af formand for ét år.
12. Valg af to revisorer samt en første og en anden revisor-suppleant for ét år.
13. Eventuelt.

Kontingentindbetaling for 2017:

Kontingentsatser for kalenderåret 2017 er uændret:

- Almindeligt medlemskab: 350 kr.
- Ungdomsmedlemskab (18-26 år og studerende): 150 kr.
- Børn under 18 år – kosmosklubben.dk: gratis

Beløbet bedes indbetalt til Astronomisk Selskabs konto i Danske Bank: reg. 1551, konto 8001081, senest mandag **d. 9. januar 2017**. Husk at oplyse navn og adresse – ellers kan kassereren ikke se, hvem der er betalt for. Ønsker du ikke at fortsætte dit medlemskab, bedes du oplyse dette til undertegnede. God jul og godt nytår. Venlig hilsen fra kassereren Julie Søgaard.

Gale videnskabsmænd og basketballspillende science superhelte

Af Rikke Platz Cortsen, University of Texas, Austin, USA

Tegneserien har som medie i de senere år udviklet sig i mange forskellige nye retninger og en af dem er det særlige krydsfelt mellem tegneserier og naturvidenskab. Det viser sig på mange forskellige måder. Folk, der læser og laver tegneserier har længe vidst, at formen kunne bruges målrettet til at uddanne børn og voksne i emner, de har svært ved at forstå eller som de er særligt interesserede i.

Et af de kendteste eksempler på en tegneserie, der anvendes til undervisning, kommer fra den anerkendte tegneserietegner Will Eisner, der i 1950'erne begyndte at tegne fortællinger i "PS Magazine", som hjalp militærpersonel med at vedligeholde deres materiel ved at beskrive en proces skridt for skridt og bruge humor og overdrevne historier til at gøre læsningen mere spændende. Tegneserier som instruktionsmanualer eller deciderede lærebøger i et svært emne er altså ikke noget nyt, men der er i de senere år kommet et øget fokus på disse tegneserier, der også ofte spiller en rolle i uddannelsessystemet. Når man påtænker i hvor høj grad fysikbøger ofte er en blanding af visuelt materiale og tekst, så kan det ikke undre, at tegneserien har vist sig at være en glimrende måde at fortælle om og forklare fysikkens verden. Der er overordnet set tre typer af "cross-overs" mellem fysik/videnskab og tegneserier: visualiseringer og konstruktioner af videnskabsmanden og brugen af videnskab i fiktive fortællinger, biografier om store videnskabsmænd og formidling af videnskabeligt materiale

Fremstillingen af videnskabsmænd og -kvinder samt deres virke i fiktive tegneserier

I videnskabskommunikation er man optaget af, hvordan videnskab generelt portrætteres og i hvilken grad, det påvirker offentlighedens opfattelse af vigtigheden og nytteværdien af forskning, såvel som den måde yngre generationer opfatter videnskabsmænd og -kvinder. Det med kvinderne har netop været et problem, fordi det historisk set mest har været mænd, der figurerede som videnskabelige personer i tegneseriernes verden. Nu om dage ser man flere kvinder i roller som fysikere, kemikere, dataloger og biologer i populærkulturen – det kunne fx være videnskabskvinden Jane Foster fra Marvels "Thor"-film (2011) eller den MIT-uddannede superhacker Felicity Smoak fra tv-serien "Arrow" (2012). Interessant nok, var begge disse kvinder ikke videnskabeligt uddannede i de originale tegneserier, men er blevet opdateret i film og tv-versionerne. Manglen på kvinder i videnskab har nemlig også været tilstede i den fiktive videnskab, som mange tegneserier beskæftiger sig med.

Hvordan vi opfatter videnskab kan blive påvirket af, hvordan fiktive fortællinger fremstiller videnskabens potentiale for både ødelæggelse og redning af menneskeheden.

I "The Manhattan Project" (se figur 1) bruger tegneserieskaberne det berømte atombombeprojekt til at skabe nye fantastiske historier, der har rod i virkelighedens verden og bruger kendte fysikere som hovedpersoner.



Figur 1. Eksempel fra tegneserien "The Manhattan project". Einstein opdager en portal til en parallelverden med hjælp fra Feynman. Her møder han en anden version af sig selv, der ikke er helt så venlig, som man skulle tro. Farverne understøtter denne pointe, fordi vi tidligere i serien har mødt Oppenheimer (blå) og hans onde tvilling (rød). Fra [1].

Det er især superhelte tegneserier der bidrager til forestillingerne om gale og geniale (ofte samtidigt) videnskabsmænd, der trodser grænserne for, hvad mennesker normalt kan præstere [2].

Reed Richards fra "De fantastiske fire" er skoleeksemplet på en videnskabsmand, der bruger sin viden og kunnen til at frelse mennesker og redde verden gang på gang, men ofte er de allerværste superskurke også videnskabsmænd. Det gælder fx Supermands ærkefjende Lex Luthor, Spidermans nemesis Green Goblin og ditto

Dr. Octopus, så det er langt fra altid, at videnskaben spiller rollen som 'good guy' i tegneseriernes verden.

Det er ikke helt lige meget, hvordan fysikere og andre naturvidenskabelige typer opfører sig i superhelteuniverserne. Det vidunderlige ved tegneserier er, at så længe nogen kan tegne det, kan det lade sig gøre, og det har gennem historien været en fantastisk legeplads for de mest bizarre og fascinerende videnskabelige eksperimenter. I tegneserier kan man rejse til parallelle universer, frem og tilbage i tid, blive så lille som et molekyle eller kæmpe hele krige langt ude i Universet.

Ofte kan virkelige videnskabelige opdagelser eller videnskabsmænd inspirere tegnerne (som eksemplet i figur 1 med Einstein i en fiktiv fortælling), ligesom tegneserierne kan inspirere læsere til at synes, at videnskab er sjgt og måske endda til at de bliver fysikere.

Biografier om store videnskabsmænd

Netop de kendte videnskabsmænd er omdrejningspunktet for mange biografier, som på samme tid fortæller om mennesket bag teorien, og ofte også forklarer selve den eller de teorier, der har gjort denne videnskabsmand berømt. Den selvbiografiske eller biografiske tegneserie har længe været en trend, som også gælder fysikkens notabiliteter. Fordelen ved visuelle biografier er, at man som tegneserieskaber får en historie forærende og samtidig har muligheden for at visualisere dens elementer. Meget forskning i videnskabsformidling påpeger, hvor vigtige narrativer er for forståelsen af videnskab – at man fortæller sine resultater og teorier som en historie¹.

Når udgangspunktet for fortællingen er et livsforløb, er der en helt naturlig historie, som kan fortælles ved hjælp af visuelle virkemidler. Biografien giver mulighed for at forklare de teoretiske elementer af forskerens virke mere grundigt, og tegningerne kan også bruges til at tydeliggøre komplekse sammenhænge i materialet. Men frem for alt kan fysikerens personlighed og private liv bruges til at skabe drama og indlevelse for læseren. Et eksempel på det er tegneserietegneren Jim Ottaviani, der har specialiseret sig i videnskabsformidlende tegneserier. Han har skrevet om primatforskere i "Primates: The Fearless Science of Jane Goodall, Dian Fossey, and Biruté Galdikas" (2013), Niels Bohr i "Suspended In Language" (2004) såvel som "Dignifying science" (2003) og "Feynman" (2011), se figur 2.

"Suspended in Language" beskriver Bohrs liv, hans arbejde med atommodellen og ikke mindst de mange kendte fysikere, han omgikkes med i både København og udlandet. I "Feynman" følger man den amerikanske fysiker Richard Feynman og hans oplevelser på forskellige universiteter og ikke mindst en kort periode ved Manhattan projektet. Feynman fremstår som en excen-triker, der hellere vil spille bongotrommer og udtænke ny teoretisk fysik på stranden end at blive hædret med Nobelprisen. Da han modtager den, forsøger han først at afvise den og er mere interesseret i at hoppe rundt som en frø sammen med de svenske studerende frem for at holde tale for Nobelprisforsamlingen.

I biografien om Feynman er fokus mindst lige så

meget på mennesket Feynman som det arbejde han laver. Det giver samtidig mulighed for at understrege nogle interessante pointer både om den faktuelle fysik men også om, hvordan forskning foregår. Selv om titlen eksplicit fokuserer på Feynman som person, handler bogen ikke udelukkende om det store geni, eneren. Utallige gange udspiller der sig scener fra Feynmans liv, hvor kollektivet er af afgørende betydning, og det står hurtigt klart, at meget af Feynmans arbejde er opstået i samarbejdet med andre fysikere og ikke mindst hans team af regnedrenge og andre hjælpere, der i perioder arbejdede i døgndrift for at udregne Feynmans ideer.



Figur 2. Eksempel fra tegneserien "Feynman". Feynman bliver så optaget af fysik, at han kun ser fysikken, når han taler med folk. Det ser vi i fjerde panel, hvor Bethe forsvinder og bliver erstattet af en række formuler i menneskeform. Pointen er, at for Feynman var fysikken vigtigere end hierarkierne i videnskabens verden, så selvom han på dette tidspunkt er en lille fisk, tilsidesætter han almindelig høflighed for at diskutere teoremer. Fra [4].

I Ottavianis Bohrbiografi er vægten lagt meget på selve Bohrs teorier og det kan ind imellem ødelægge læsningen lidt, fordi forholdet mellem billede og tekst bliver skævvredet så læseren nemt kan tabe tråden. Det er ikke lige meget, hvordan en tegneseriefortælling er skruet sammen, hvis den skal formidle videnskab, så læseren kan forstå det.

¹En af de ivrigste fortalere for dette er marinbiologen Randy Olson, der har udgivet: "Don't be such a scientist" (2009) og senest "Houston, we have a story", der handler om hvordan man som forsker bør bruge narrative virkemidler til at formidle sin forskning. Se fx også [3]

Formidling af videnskabeligt stof

I biografiene om store videnskabsmænd optager deres videnskabelige opdagelser ofte en stor del af handlingen, men deres liv som fortælling fylder også meget. Det sted, hvor videnskab og tegneserier virkelig møder hinanden er i det, man kan kalde informationstegneserier, faglitterære tegneserier eller uddannelsestegneserier [5]. Det er ofte tegneserier, der bevidst forsøger at uddanne sin læser og bruger tegneserien til at gøre det sjovere, nemmere og mere interessant at lære komplekse teorier og forstå videnskabelige sammenhænge. Der findes et utal af "graphic guides", der efter sigende skal gøre det nemmere at forstå fysik, men de er ikke nødvendigvis gode tegneserier, ej heller gode fysikbøger. Bare fordi der er sjove tegninger til, betyder det ikke, at fysikken bag ved er rigtig eller at det er nemmere at lære. Ofte består disse guides af store klumper af tekst med et enkelt billede til som ikke nødvendigvis gør forståelsen nemmere, så tegningerne er mere med for at underholde.



Figur 3. Eksempel fra tegneserien "Journey by Starlight". Einstein er i dialog med sin følgesvend og forklarer et eksperiment, der kan hjælpe med at beregne lysets hastighed. Det opstilles på tværs af hele siden og gør det mere dynamisk at læse, fordi lysstrålerne bevæger sig på tværs af panelerne. Samtidig giver dette eksperiment Einstein mulighed for at begynde en forklaring af teorien om æter som det medium, bølger bevæger sig igennem ligesom de gør i vand. På den måde kædes en masse af fysikkens opdagelser sammen i en fortælling, der gør det nemmere at forstå teorierne bag ved. Fra [6].

Heike Elisabeth Jüngst, der er en tysk professor, har i sin bog "Information Comics" lavet en meget omfattende analyse af især tysksprogede informationstegneserier. Hun understreger, hvordan tegneserierne bruger mange af de samme greb, som andre formater anvender i popularisering af viden men påpeger samtidig, at der er træk ved tegneseriernes måde at formidle information på, der er helt unikke ved denne form [7]. Kombinationen af tekst og billede, billeder og tekst i sekvens, og brugen af velkendte tegneseriegenrer og virkemidler er nogle af de aspekter, informationstegneserierne benytter sig af. Et ofte brugt greb er at bruge en figur som bindeled for læseren, så læserens viden bliver formidlet gennem dennes oplevelser og forklaringer. Det fungerer ofte som en person, der henvender sig direkte til læseren og forklarer ting, der foregår i tegneserien. Dette greb er også centralt for Ian Flitcroft og Britt Spencers "Journey by Starlight" (2013), hvor Einstein fungerer som en guide rundt i fysikkens verden for en figur, der er stand in for læseren, se figur 3.

Den dialogiske form fungerer godt, for så kan Einstein og figuren diskutere problemer og den navnløse figur kan stille spørgsmål, som læseren også godt kunne tænke sig svar på, mens de suser rundt i Universet.



Figur 4. Eksempel fra tegneserien "Max Axiom". I serien med Max Axiom Superscientist er præmissen, at børn og unge har svært ved at forholde sig til fysik uden en konkret sammenhæng. I dette eksempel bruger Max Axiom basketball til at forklare en række elementære fysiske love for den fysikudfordrede basketballspiller. Ved at visualisere sine pointer har Max Axiom nemmere ved at forklare dem og læseren bliver engageret i fysikken, fordi den foregår som del af et narrativ. Fra [8].

Et andet greb som tegneserien benytter sig af, er forskellige typiske træk, der associeres med tegneserien. Det kan være talebobler og lydord eller superhelte og humoristisk tegnede dyr, som vi kender det fra Anders And. Fx er superhelte en meget yndet figur, når tegneserier skal bruges til at lære børn om fysik. I serien "Graphic Library" findes en lang række titler med superhelten MaxAxiom, der kommer studerende til hjælp. Da en basketballspiller er i fare for ikke at komme på holdet på grund af sine dårlige karakterer stiller MaxAxiom op som en basketspillende fysiklærer, der bruger boldens og spillernes bevægelser til fx at forklare Newtons anden lov. I et andet eksempel forklares energibevarelse i basket, se figur 4.

Humor er en anden kvalitet ved tegneserier, som disse videnskabsformidlende tegneserier tager i brug for bl.a. at ramme børnelæseren, og her kan tegnestilen også være af stor betydning. Når man tegner informationstegneserier, er det vigtigt, at man kan se, hvad der foregår, så tegnestilen og farvelægningen må helst ikke være alt for eksperimenterende, men kan omvendt bidrage til, at læseren får lyst til at læse videre. Tegnestilen varierer meget i tegneserieantologien "Asteroid Belter", fordi den består af en række ensidestegneserier, hvor en forsker er blevet parret med en tegner, og så har de i fællesskab skabt en tegneserie, der informerer om forskerens arbejde [9]. En af de allervigtigste ting der skal til for at lave en god informationstegneserie er kvalitet på skabersiden. Man skal ideelt set have en god forsker, en god historiefortæller og en god tegner for at lave en tegneserie, der både er medrivende og faktisk korrekt.

I forskningslitteraturen om tegneserier i undervisningen er der især een faktor, som lærere, elever og forskere peger på: Motivation. Der er efterhånden en del studier, der peger på, at tegneserier bidrager til, at eleverne har lyst til at lære. I den sammenhæng, kan tegneserier om seje videnskabsmænd og -kvinder eller tegneserier, der forklarer fysikkens love være en stor hjælp. En anden fordel ved tegneserierne, der også ofte understreges, er deres potentiale som en måde at tilegne sig stof. Mange lærere understreger, at det at få elever til at lave tegneserier om noget, som de skal lære, gør det nemmere for dem at sætte sig ind i stoffet, og de har mere lyst til at arbejde med det.

Der findes rigtig mange fantastiske tegneserier om fysik og videnskab derude for tegneserielæsere i alle aldre. For børn vil jeg klart anbefale nogle af de mange fantastiske (desværre ofte engelsksprogede) tegneserier, der har fokus på fart, farver og heltegerninger uden

at give køb på fagligheden. Jay Hoslers "Clan Apis" om biers livscyklus er spændende for børn og voksne, mens de mere tunge biografier om videnskabsfolk nok tiltaler den voksne læser mere. Men alle vil vel gerne læse om "A day in the life of a poo" eller "Time travel is awesome" (som kan findes på websiden i [9]). Naturvidenskab og tegneserier – what's not to like?

Litteratur

- [1] Hickman, Jonathan og Nick Pitarra (2004), *The Manhattan Projects volume 1*. New York: Image Comics.
- [2] Tatalovic, M. (2009). Science comics as tools for science education and communication: a brief, exploratory study. *Jcom*, no. 8, vol 4: 1-17.
- [3] Dahlstrom, M.F. (2014) Using narratives and storytelling to communicate science with nonexpert audiences. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 111, suppl. 4: 13614-13620.
- [4] Ottaviani, Jim og Leland Myrick (2011), *Feynman*. New York and London: First Second (side 64).
- [5] Rifas, L. (2010). Educational Comics. *Greenwood Encyclopedia of Comics and Graphic Novels vol.1*. (ed. M. Keith Booker). Santa Barbara, CA: Greenwood, 2010: 160-169.
- [6] Flitcroft, Ian og Britt Spencer (2013), *Journey by Starlight*. New York: One Peace Books (side 89).
- [7] Jüngst, H.E. (2010). *Information Comics: knowledge transfer in a popular format*. Frankfurt am Main; New York: Peter Lang.
- [8] Bethea, Nicole Brooks og Maurizio Campidelli (2016), *The Science of Basketball with MaxAxiom Super Scientist*. North Mankato, MN: Capstone Press (side 23).
- [9] Newcastle Science Comic, <http://newcastlesciencecomic.blogspot.com>.



Rikke Platz Cortsen er ph.d. med speciale i tegneserier og lektor i dansk på University of Texas, Austin. Hun har for nyligt afsluttet et FKK-financeret postdoc-projekt om samtidstegneserier i Norden og arbejder på en bog om tid og rum i tegneserier.

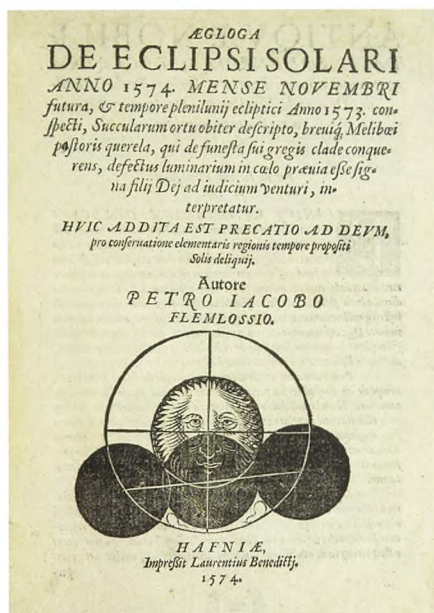
Solformørkelser i dansk litteratur

Af Kjeld Kristensen

Denne artikel lader de to fagområder astronomi og litteratur mødes i fem danske tekster fra de fem århundreder fra 1500-tallet til 1900-tallet. Alle teksterne behandler på forskellig måde det astronomiske fænomen solformørkelse: sådan som den opleves af mennesker til forskellige tider, fx som forvarsel om kommende ulykker eller som udtryk for en samlende kosmisk kraft; sådan som den kan bringes i sammenhæng med en verdensanskuelse og et verdensbillede; og sådan som beskrivelsen af den kan udnyttes af en skribent i privat eller kunstnerisk øjemed. De fem tekster er af Peder Flemløse [1] (1500-tallet), Anders Arrebo [2] (1600-tallet), Ludvig Holberg [3] (1700-tallet), B.S. Ingemann [4] (1800-tallet) og Thøger Larsen [5] (1900-tallet).

Solformørkelse som forvarsel om Guds straf og dom – Peder Flemløse: *Ægloga de eclipsi solari* (1574)

Ægloga, på dansk ekloge, betyder hyrdedigt, og Flemløses ekloge er et latinsk hyrdedigt i renæssancens smag. Digtet følger efter en lang fortale med en tilegnelse til adelsmanden og astronomen Tycho Brahe, “den for sin strålende gamle adel, sin lærdom og sine dyder berømmelige unge mand Tycho Ottesen Brahe til Knudstrup, min højtærede mæcen og herre, fra Peder Jakobsen Flemløse”, som det hedder i den danske oversættelse. Som ung studerende ved universitet overværede Flemløse formentlig Tycho Brahes astronomiske forelæsningsrække 1574-75 og blev interesseret i astronomi og astrologi, som endnu i renæssancen var to sider af samme sag og fag, selv for Brahe, der blandt meget andet blev hofastrolog. Få år efter hans forelæsninger blev Flemløse en af Brahes medhjælpere ved observatoriet på Hven og blev endda udsendt af ham som astronomisk og astrologisk konsulent for en fyrste i udlandet.



Figur 1. Titelblad til Flemløses lille bog. Bemærk den astronomiske illustration forneden (Kilde: Det Kongelige Bibliotek).

Teksten er trykt i 1574, og fortalen er dateret 17. oktober 1574, kort efter at Tycho Brahe var begyndt på sine forelæsninger. Det var på et tidspunkt inden en solformørkelse 13. november 1574 (datoen korrekt

angivet i fortalen) og efter en måneformørkelse i 1573 (nævnt i den indledende præsentation af værket). Straks i begyndelsen af fortalen kommer Flemløses paradoksale, men måske tidstypiske syn på formørkelser frem. De kaldes for naturens forbløffende undere, der på den ene side har deres naturlige årsager og følger faste love for himlens bevægelser og på den anden side er indsat i verden og bestemt af Gud ved verdens skabelse med det primære formål at fungere som tegn på Guds vrede over menneskers synder og som forvarsel om de ulykker Gud nedkalder over mennesker på grund af deres synder. Fortalen fortsætter med at give eksempler lige fra oldtiden til nutiden på ulykker og katastrofer der er fulgt efter sol- og måneformørkelser “som uadskillelige følgesvende”. Derfor, skriver Flemløse, er der god grund til at være opmærksom på formørkelserne, lytte til Guds advarende tale gennem dem, vise anger over begåede synder og bønfalde Gud om at ophæve eller mildne de truende straffe som formørkelserne varsler. Fortalen slutter med dedikationen til Tycho Brahe.

Selve hyrdedigtet former sig som en samtale på formfuldendt latin mellem de to hyrder Moeris og Meliboeus. Sidstnævnte fortæller at han og hans gedeflok jævnlig plages af angreb af ulve og ræve. “En kulsort nat” var der endda en flok bjørne med og et forfærdeligt monster af en art. Moeris prøver at opmuntre sin ven og trøste ham med den, for os nutidslæsere, opsigtsvækkende besked: Du kan glæde dig til at blive frelst og komme i Paradis, for snart vil Gud “fælde den yderste dom og dømme alverden”. Det første varsel om det er for Moeris en måneformørkelse han nylig har oplevet: “Phoebe, den strejfer, der stod helt sløret med rosenrødt ansigt / og aldeles berøvet sin brors, Apollons, belysning”. Bemærk beskrivelsen af den lysebrune formørkede måne. Moeris fortæller videre om sit møde med “den fromt hengivne Arithmus”, regnekunsten i egen person, der i kunstfærdige vendinger beretter om en kommende solformørkelse og tager “vor ven Geometer” til vidne derpå. De to hyrder enes om at tro på hvad “Guds profeter” spår, nemlig at den sidste dag er nær hvor jorden skal forgå og fårene skilles fra bukkene. Moeris tilføjer en detaljeret skildring af verdens undergang og dommedag som han har fra “vismanden Mantis”, en spåmand. Hyrderne forenes til sidst i en bøn til Gud om nåde og frelse fra de ulykker som den kommende solformørkelse ellers bebuder. (I

øvrigt var solformørkelsen faktisk kun total i Canada, i det østlige USA og i Vestafrika, men kun partiel, 20-25 %, i Danmark!). Værket slutter med en bøn på græsk.

Er en opfordring til anger og bøn Flemløses fromme hensigt med teksten, eller skulle han snarere demonstrere sine kundskaber og kvalifikationer og sin belæsthed i antik litteratur (især Vergil, hvis sprog Flemløse lader smitte af på hyrdernes sprog)? Ville han med sit værk gøre indtryk på Tycho Brahe og ikke bare i fortalen? Dette lykkedes jo. Det er interessant at se hvordan astronomi, astrologi og overtro mødes hos den unge student Flemløse, en repræsentant for renæssancens verdensanskuelse.

Historien udspringer sig i et mystisk dansk-arkadisk landskab, der på én gang ligger nær København (Nørre Fælled) og er omgivet af steder med græskklingende navne. Figurerne har antikke eller mytologiske navne, ja selv en hyrdehund hedder Amyntas. Himmellegerne, som det jo i høj grad drejer sig om, bærer klassiske navne: Solen hedder Phoebus eller Apollon, månen Phoebe eller Diana. Blandt andet disse elementer er karakteristiske for hyrdedigtningen, en genre der som renæssancen i øvrigt peger bagud mod de antikke forbilleder. Først var hyrdedigtene på latin, senere på nationalsprogene.

Solformørkelse i Guds skaberværk – Anders Arrebo: *Hexaëmeron* (1661)

Hexaëmeron er en genre med rødder langt tilbage i antik jødedom og tidlig kristen litteratur på græsk og latin. Den gengiver, ofte på vers, 1. Mosebogs beretning om Guds skabelse af verden i seks dage, udvidet med en beskrivelse af hele skaberværket med natur, dyr og mennesker. I renæssancen fremkom der en hel bølge af hexaëmeron-værker på de europæiske nationalsprog, indledt af franskmændene Du Bartas' "La première semaine" (1578). Dette formfuldendte værk fik i begyndelsen af 1600-tallet efterfølgere på bl.a. tysk, engelsk og nederlandsk, som oversættelse og bearbejdelse. I 1630'erne gav den danske kansler Christian Friis teologen og forfatteren Anders Arrebo som opgave at fordanske Du Bartas' værk, og Arrebo fik et mindre bibliotek stillet til sin rådighed, bl.a. nogle af de nævnte hexaëmeron-værker og naturvidenskabelig faglitteratur af teologen og videnskabsmanden Caspar Bartholin.

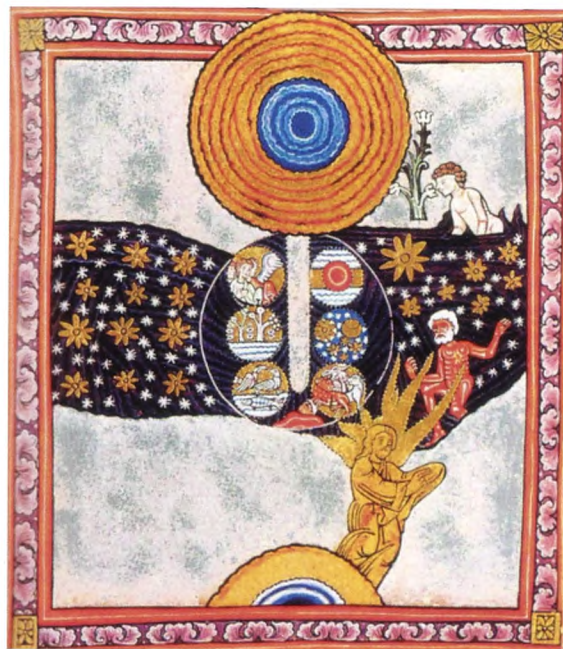
Arrebos hexaëmeron, som udkom posthumt i 1661, former sig som en lovsang til Gud som skaberen, hvis almagt og godhed bestemmer det skabtes skønhed og hensigtsmæssighed. Arrebos værk står til forskel fra calvinisten Du Bartas' på evangelisk-luthersk grund ved at fremhæve Gud som retfærdig og god og lægge mere vægt på hans nåde end hans vrede og straf over menneskets synder. Det er en selvstændig bearbejdelse af Du Bartas' hexaëmeron, endda med størst indflydelse fra den nederlandske udgave, men det er tydeligt at Arrebo stedvis har konfereret sin fremstilling med den naturvidenskabelige faglitteratur han havde i sit lille bibliotek.

Således i det astronomisk prægede afsnit om 4. dag, hvor Gud skaber sol og måne, stjerner og planeter. På sidste side i afsnittet fortæller Arrebo om måne- og

solformørkelser, men i en sammenhæng hvor solen og månen er personificerede og tiltales med besmykkende og berømmende ord om deres dejlighed, skønhed og nytte for mennesker. Solen kaldes fx verdens øje, og månen nattesol og soldisciplinde. Det digteriske billedsprog føres igennem i stykket om formørkelserne: Soldisciplindens ansigt med de snehvide kinder formørkes når jorden træder i vejen for lyset fra verdens øje, hvorfor hun, månen, bliver vred og hævner sig på jorden ved at knibe sig ind mellem jorden og solen og derved formørke jorden.

Der er mange korrekt beskrevne omstændigheder ved formørkelserne: måneformørkelse ved fuldmåne, solformørkelse ved nymåne, også at de kan følge efter hinanden. Desuden detaljer som at månen ved en måneformørkelse er "af Jern-rust fuul", dvs. brun og grim, og at månen formørkes "fra Østen af", dvs. fra venstre, mens solen formørkes "af Vester kant", dvs. fra højre. Det er umiddelbart forbavsende at betingelsen for en måneformørkelse beskrives, nemlig at månen skal være "spatserend" [...] i den Eclipte-Linne", dvs. at Månen ved fuldmåne skal ramme eller ligge nær månebanelens skæringspunkt (knude) med ekliptika (lat. linea Ecliptica 'formørkelseslinje'), som er Jordens baneplan omkring Solen, eller Solens baneplan omkring Jorden, som de fleste, bortset fra fagastronomer, stadig troede det forholdt sig i en periode hvor det ptolemæiske, geocentriske verdensbillede var ved at blive afløst af det kopernikanske, heliocentriske.

Det er bemærkelsesværdigt at Arrebos fremstilling af formørkelserne ikke indeholder skrækvisioner eller forestillinger om forvarsler, og omvendt heller ikke beskrivelser af skønhed og hensigtsmæssighed. Arrebo har nok ikke selv oplevet en total solformørkelse under og derved bemærket sig den hensigtsmæssighed for menneskets oplevelse at Månen set fra Jorden lige netop kan dække Solen.



Figur 2. Illumination (miniaturemaleri) i et håndskrift med Hildegard af Bingens (1098-1179) teologiske værk *Scivias*, der indeholder hendes visioner, her af skabelsens seks dage (Kilde: Pinterest).

(Sol)formørkelse i oplysningstiden – Ludvig Holberg: Erasmus Montanus (1731)

I Holbergs berømte komedie Erasmus Montanus støder to verdensbilleder sammen, repræsenteret af på den ene side landsbyen Bjergets beboere og på den anden side titelpersonen alene. Stridspunktet er som bekendt Jordens form: "flack" eller rund, og i tillæg hertil om det er Solen der løber rundt om Jorden, eller omvendt. Solens og Månens formørkelse kommer ind i billedet mod slutningen af 3. akt, scene 5, dér hvor Erasmus i disput med Jesper Ridefoged og sin kommende svigerfar, Jeronimus, skal bevise at Jorden er rund. Hans bevis nr. 2 er at Jorden ved en måneformørkelse kaster en rund skygge på Månen, og at formørkelser "går naturligvis til" og kan beregnes på forhånd. Modsat de andres middelalderlige opfattelse at formørkelser er forvarsler om ulykker i verden.

Erasmus' bevis nr. 1 for Jordens rundhed er at man ser en anden himmel med andre stjerner når man kommer "et par 1000 Mile herfra". Jeronimus spørger: "Er der mere end én himmel?", og Jesper svarer at der er 12 himle indtil man kommer til krystalhimlen. Jesper gengiver her, dog i forvansket version, oldtidens og middelalderens almindeligt udbredte forestillinger om Jorden i centrum for universet med syv omgivende gennemsigtige kugleskaller indeholdende i rækkefølge udad: Månen, Merkur, Venus, Solen, Mars, Jupiter og Saturn, med stjernerne på krystalhimlen eller fiksstjernehimlen alleryderst. Den græske astronom Ptolemæus raffinerede i 100-tallet e.Kr. denne primitive model ved at beskrive de syv dengang kendte himmellegemers bevægelse set fra Jorden ved hjælp af ca. 80 såkaldte epicykler, idet han antog at hvert himmellegeme bevæger sig i en mindre cirkel hvis centrum bevæger sig i en større cirkel med centrum i Jorden. Ved at inddrage bevægelsen i en mindre cirkel kunne han forklare at planeterne set fra Jorden bevæger sig frem og tilbage i forhold til fiksstjernerne. En langt simplere beskrivelse af himmellegemernes indbyrdes bevægelse kunne den polske astronom Kopernikus give i 1530 med sin heliocentriske model med Solen i centrum for Jordens og de andre planeters omløb. På Holbergs tid er dette verdensbillede slået helt igennem; Erasmus kan i 3. akt, scene 2 sige til Jesper Ridefoged: "Ingen fornuftig Mand tviler meer derom". Det indbefatter givetvis stykkets københavnske publikum da det første gang gik over scenen så sent som i 1747.

Det er ironisk at Erasmus står med det rigtige verdensbillede og de gode argumenter, bl.a. det med formørkelserne, men alligevel, fordi han er som han er, må give tabt og erklære at Jorden er "flack". Holberg har et højere formål med komedien end at kontrastere to verdensanskuelser og fremhæve den ene på den andens bekostning. Andre steder i sit omfangsrige forfatterskab viser Holberg klart at han som repræsentant for oplysningstiden taler for fornuft og imod gammel overtro, fx i epistel 69: "Vore Forfædre have ladet sig forskrække af Fugle-Skriig, af Maanens og Solens Formørkelse, af Cometer; og derved have forsømt de vigtigste Ting, og opofret Republiques Velfærd", og i den moralske fabel 78: "De gamle Græker og Romere tilskreve Maanens Formørkelse visse Troldmænds-Konster, og Chineserne troe endnu, at den opsluges af en Drage".

KVANT, december 2016 – www.kvant.dk

Solformørkelse som (arrangeret?) erindring – B.S. Ingemann: Levnetsbog (1862)

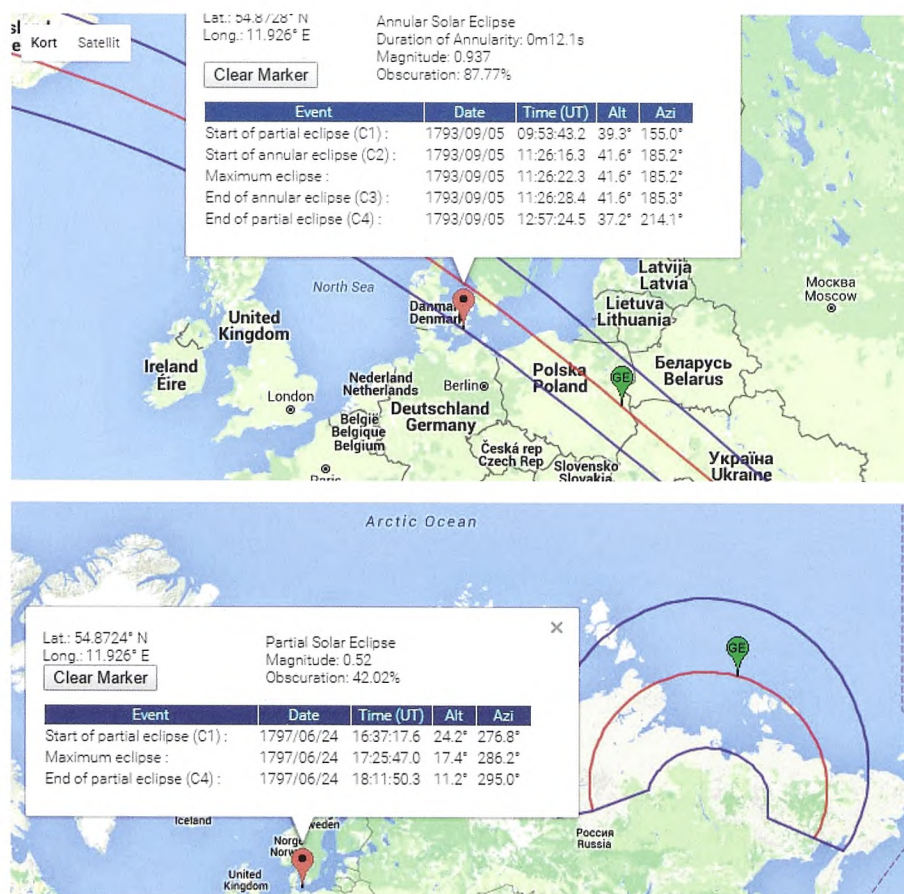
I Ingemanns selvbiografiske Levnetsbog har 15. kapitel undertitlen "Solformørkelsen. Den sidste Dag". På det tidspunkt i erindringerne er han endnu et barn, en "munter og legende Dreng", i det trygge præstegårdsmiljø i Torkildstrup på Falster, hvor faderen er præst. "Let og glad" springer han omkring i det lykkeland som barndomshjemmet med omgivelser er for ham. Det er "lyse og smilende" dage præget af en "glad og hyggelig Stemning", kun sjældent af tanken om "Død og Forgængelighed". Så hører han at der skal komme en solformørkelse. Tjenestefolkene regner den for et sikkert tegn på verdens undergang, hvorimod faderen giver den astronomiske forklaring på fænomenet. Drengen forstår den ikke og er ikke utilbøjelig til at slutte sig til tjenestefolkenes tro på formørkelsen som varsel om "den yderste Dag", som spået i Lukasevangeliet i Bibelen.

Nu beskrives solformørkelsens forløb. Den begynder "henad Middag" med "en urolig Luftning" og "flygtende Skygger" hen over marken og fortsætter med tiltagende dunkelhed, en voksende sort halvmåneplet på solen, og dyr og fugle der går til ro, alt sammen fænomener der opleves ved en solformørkelse før den totale fase. Imens står alle præstegårdens folk og iagttager solen gennem sværtede glasstumper eller i vandspejlet i spande og kar. Også drengen står og stirrer ned i en vandspand, først på sit eget blege ansigt og dernæst på "den næsten til den yderste Rand formørkede Sol". Pludselig taber han sit sværtede glas i vandet, og i det bevægede vand ser han sit ansigt, solen og himlen skælve som om himlen falder ned over hans hoved og verden er ved at gå under. Han gribes af rædsel, men efterhånden også af tanken om at alle der tror på Vorherre, skal flyve op til ham i himlen. I næste afsnit hedder det: "han erindrer ikke Dagen og Aaret, men det maa have været et af hine Aar nærved 1799, da denne Solformørkelse indtraf". Bemærk at Ingemanns erindringer er fortalt i 3. person; han kalder sig Bernhard.

"Den sidste Dag" er på én gang den sidste dag i 1700-tallet (altså 31. december 1799), faderens dødsdag og drengens sidste dag i barndommens lykkeland. Erindringen om den dag begynder lige efter citatet ovenfor. Den indgående skildring af denne forfærdelige dag, nytårsaften, er fyldt med sorg, gråd og uhyggelig stilhed i præstegården. Drengen søger, efter at han har set faderen dø, ned i borgestuen til tjenestefolkene, som trøster ham, og det gør ham godt. Derefter står der:

Det havde et Øieblik svimlet for hans Øine, som den Dag da han havde stirret ned i Vandspanden og seet den formørkede Sol true ham med at falde ned og den hele Verden styrte sammen over hans Hoved.

Både kapitlets undertitel og tekstens tætte sammenstilling af solformørkelsen og faderens død spiller på den middelalderlige og i almuen stadig udbredte tro på solformørkelser som varslende om ulykker, samtidig med at de to begivenheder for både drengen og den voksne mand mødes i en psykisk, kristent farvet sammenhæng, som er kunstnerisk formidlet af en dygtig forfatter.



Figur 3. Øverst: Den ringformede solformørkelse 5. september 1793. Nederst: Den totale solformørkelse 24. juni 1797. Boksene viser forholdene i Torkildstrup på Nordfalster, hvor Ingemann voksede op. Kilde: Oplysninger om solformørkelser i 5 årtusinder [8].

Det er en forfatters privilegium at arrangere virkeligheden, selv i sine egne erindringer. Det er vistnok det Ingemann gør her. Når han skriver at solformørkelsen indtraf i et år “nærved 1799”, passer det både med udgavens kommentar om en i Danmark partiel solformørkelse den 24. juni 1797 sidst på eftermiddagen og med drengens alder på det tidspunkt, 8 år. Men i Torkildstrup var kun ca. 40 % af solen formørket, og det kan ikke udløse de naturfænomener som Ingemanns tekst beskriver, fx den tiltagende dunkelhed. Heller ikke tidspunktet på dagen passer; i erindringerne begynder formørkelsen “henad Middag”. Nej, den solformørkelse teksten beskriver, passer bedre med den over Danmark ringformede solformørkelse den 5. september 1793 ved 12-tiden, hvor 85-90 % af solskiven var dækket. I ganske få sekunder kan solskiven over Torkildstrup have været perfekt dækket af månen med en ring om, “næsten til den yderste Rand formørket” (når Månen ikke kan dække Solen helt, er det fordi Månen ved den lejlighed er for langt væk fra Jorden). Men i 1793 var Ingemann kun 4 år gammel. Kan selv et opvakt barn på 4 år have set og registreret alt dette og så huske og gengive det som voksen? Nej, men han kan have fået det fortalt senere af de voksne eller læst om det, og i hans erindring er de to formørkelser gledet sammen til en. Eller er der tale om et bevidst og effektfuldt arrangement af virkeligheden? Men gør det egentlig Ingemanns tekst ringere? Det er jo som sagt en kunstners privilegium at iscenesætte virkeligheden, selv en erindringsforfatter?

Solformørkelse i kosmisk perspektiv – Thøger Larsen: Hemmeligheden (1915)

I haven bag Lemvig Museum står der en mindesten for Thøger Larsen, rejst i 1975, i 100-året for hans fødsel. Stenen bærer indskriften “AAR 2142 25.5”, en kendt dato for enhver fan af solformørkelser, for den dag indtræffer den næste totale solformørkelse i Danmark (dog kun total på Bornholm). På museet siger man at Thøger Larsen, der var en dygtig amatørastonom, selv var i stand til at beregne den dato. Sidste del af handlingen i Thøger Larsens novelle “Hemmeligheden” foregår denne fjerne dag. En ung magister sidder i et lille observatorium der er opført af en gammel astronom, en halvglemte særling, for over 200 år siden. Den unge astronom skal iagttage og måle solformørkelsen, men også åbne for en hemmelighed som den gamle lod indemure i en murpille i observatoriet og lukkede med en granitsten hvori der var hugget: Åbnes den 25. maj 2142.

Men historien begynder to dage før. Den unge magister ligger i græsset uden for observatoriet, midt i hvad man fristes til at regne for et Limfjordslandskab, sådan som det så ud på Thøger Larsens tid, og sådan som forfatteren gerne vil se det 200 år efter, et evigt forårs- og solskinslandskab. Det første ord i teksten er netop Forårssolen, solen som den universelle livskraft bag forårets udfoldelse af lykke og drifter hos dyr og mennesker, potenseret i billedet af unge piger hvis øjne mødes med fjordes og søers på én gang blinde og

seende evige blik mens klodens kræfter rører sig i deres kroppe som udslag af kosmisk eros.



Figur 4. 2142-stenen i Lemvig Museums have, skabt af Torvald Westergaard og rejst 1975 i 100-året for Thøger Larsens fødsel. Nederst ses inskriptionen tydeligere. Kilde: lemviginfo.dk og Lemvig Museum.

Den unge magister ligger i græsset og oplever denne strålende, solbeskinnede majdag i den lyksalige natur – og så alligevel ikke, ikke til at begynde med. Han er ikke til stede i det levende nu. For som astronom beskæftiger han sig bl.a. med at beregne solformørkelser (et korrekt eksempel gives), og han ved at nuet ikke står længe ved sådan en begivenhed, at det længe ventede øjeblik lige pludselig er der og hurtigt efter er forbi. Ramt af forundring, svimmelhed og gru ved denne naturvidenskabeligt betingede oplevelse af nuets og tilværelsens flygtighed og forgængelighed, må han “frelse sin sjæl”, gribe et tilfældigt tal i tiderne og tre gange sige “Onsdag den 23. maj 2142”. Og så bliver nuet omkring ham til: den grønne jord, den blå fjord, dagen, solen og lyset “i dette minut, nu, mens han var til, nu, mens han var ung”. Livsfølelsen vokser i ham ved synet af en køn, nøgen badende pige, der for ham er “en eruption af guddommelig kådhed i jordlegemet. Hun var nuet”.

To dage går, og vi er fremme ved solformørkelsen. Naturen og dagen er som før, nu og siden, den evigt samme majdag. Den unge astronom ser og noterer solformørkelsen, banker derefter stenen ud af pillen og åbner ind til hemmeligheden. I et jernrør befinder sig et par gamle gulnede ark papir med et digt, der er den gamle astronoms testamente rettet til eftertidens menneskeslægt og samtidig – umiskendeligt – Thøger Larsens budskab til læserne, til jer der lever: Naturen tilbyder jer sin varme, det er nu I skal leve og elske, “Husk, at om lidt er I alle hernede”, nede under græsset i mulden, hvorfra gravens røst taler i digtet.

Afslutning

Man kan uden tvivl finde andre danske tekster med solformørkelser. Jeg vil nævne to vidt forskellige, begge med tilknytning til den seneste totale solformørkelse

i Skandinavien, den 30. juni 1954, total i det sydlige Norge og det sydlige Sverige. Forfatteren Thorkild Bjørnvig var rejst op i nærheden af søen Vättern og skrev under indtryk af sin eksistentielle oplevelse af landskabets skiften mellem lys og gråhed digtet “Solformørkelse i Graavejr” (1959). I Anders Bodelsens spændingsroman “Den åbne dør” (1997) er solformørkelsen kun baggrund for en gruppe unges udflugt til Sverige for at se formørkelsen. Under den totale fase forsvinder en ung pige for aldrig at vende tilbage, og bogens kapitler indeholder en række breve skrevet mange år efter af de unge som bidrag til at opklare hendes forsvinden.

Litteraturlisten nedenfor indeholder først referencer til de omtalte tekster og derefter anvendt litteratur, herunder en liste over fortrinsvis engelsk litteratur, film, tv og computerspil, hvor der optræder solformørkelser.

For dem der gerne vil opleve en total solformørkelse, er her to tips: 17. august 2017. Tværs over USA fra nordvest til sydøst. 12. august 2026. Tværs over Spanien fra nordvest via det østlige Spanien til Mallorca (1 1/2 minuts totalitet over Palma før solnedgang).

Litteratur

- [1] Peder Jakobsen Flemløse (1554), “Ægloga de eclipsi solari”. Tilgængelig på: http://renæssancesprog.dk/tekstbase/Flemløse_AEgloga_1574/1.
- [2] Anders Arrebo (1661), “Hexaameron”. Tilgængelig på: http://renæssancesprog.dk/tekstbase/Anders_Arrebo_Hexaameron_1618/1.
- [3] Ludvig Holberg (1731), “Erasmus Montanus”. Tilgængelig på bl.a. <http://holbergsskrifter.dk>.
- [4] B.S. Ingemann (1862), “Levnetsbog”. Tilbageblik (udg. af Jens Keld), Det danske Sprog- og Litteraturselskab og C.A. Reitzel, 1998.
- [5] Thøger Larsen (1915), “Hemmeligheden” i samlingen Kværnen. Tilgængelig i Thøger Larsen: Et udvalg (udg. af Dansk lærerforening), Gyldendal, 1960.
- [6] Peter Zeeberg (2006), Peder Flemløses lærde hyrder, i: Danmark og renæssancen 1500-1650 (red. Carsten Bach-Nielsen, Johan Møhlenfeldt Jensen, Jens Velle og Peter Zeeberg). Gad 2006.
- [7] Vagn Lundgaard Simonsen (1955), Kildehistoriske studier i Anders Arrebos forfatterskab. Munksgaard 1955.
- [8] Oplysninger om solformørkelser i 5 årtusinder fra 1999 f.Kr. til 3000 e.Kr.; <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEcat5/SE2901-3000.html>.
- [9] Liste med oplysninger om solformørkelser i fortrinsvis engelsksproget litteratur, film, tv og computerspil; https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_eclipses_in_fiction.



Kjeld Kristensen (f. 1943) er cand.mag. i dansk og kemi. Han har været lektor ved Rungsted Gymnasium, dansk lektor ved Uppsala Universitet og ordbogsredaktør ved Det Danske Sprog- og Litteraturselskab (*Den Danske Ordbog* og *Svensk-Dansk Ordbog*). Som pensionist arbejder han nu som ordbogsredaktør ved ordnet.dk.

Acceleration i inhomogent tyngdefelt – breddeopgave 70 med didaktisk kommentar

Af Jens Højgaard Jensen, IMFUFA, INM, RUC

Mit formål med artikelserien om breddeopgaver er – udover at gøre opmærksom på RUCs fysikuddannelse – dobbelt: Dels udvælger jeg opgaverne, så de kan have interesse som fysikproblemer i egen ret. Dels udvælger jeg dem med henblik på at kunne knytte didaktiske overvejelser til dem af interesse for fysikundervisere. I første omgang i forhold til universitetsundervisning. Men i anden omgang kunne der måske også trækkes paralleller til andre undervisningsniveauer.

Her bringes løsning og kommentar til opgaven fra forrige nummer samt to nye opgaver. Opgaven i sidste nummer af KVANT var denne breddeopgave (nr. 70 i rækken her i KVANT):

Breddeopgave 70: Acceleration i inhomogent tyngdefelt

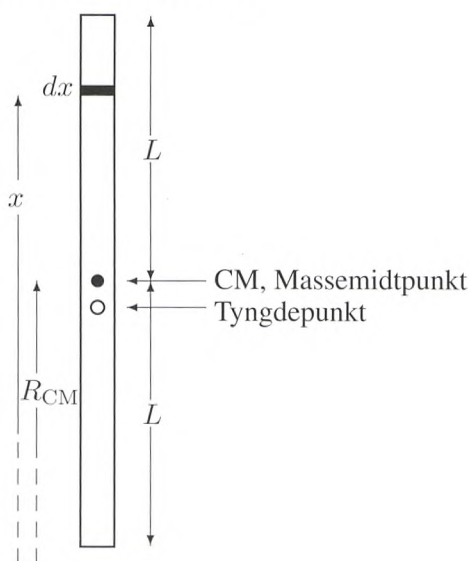
En frit svævende stang med retning mod Jordens centrum er så lang, at tyngdefeltet er af forskellig størrelse i de to ender af stangen. Hvor stor er stangens acceleration imod Jorden? Begrund svaret.

Løsning

På den lille del af stangen markeret som dx på figuren virker tyngdekraften

$$dF = G \frac{Mm dx}{2Lx^2} \quad (1)$$

hvor G er gravitationskonstanten, M Jordens masse, $2L$ og m stangens længde og masse, og x afstanden fra massedelen til Jordens centrum.



Den samlede tyngdekraft på stangen er derfor:

$$F = G \frac{Mm}{2L} \int_{R_{CM}-L}^{R_{CM}+L} \frac{dx}{x^2}$$

$$\begin{aligned} &= G \frac{Mm}{2L} (-1) \left(\frac{1}{R_{CM}+L} - \frac{1}{R_{CM}-L} \right) \\ &= G \frac{Mm}{R_{CM}^2} \frac{1}{1 - \left(\frac{L}{R_{CM}}\right)^2} \end{aligned} \quad (2)$$

hvor R_{CM} er afstanden fra Jordens centrum til stangens midtpunkt og massemidtpunkt CM.

Ifølge tyngdepunktssætningen er stangens masse gange massemidpunktets acceleration, a , lig med den samlede kraft på stangen. Svaret på opgaven er derfor

$$a = \frac{GM}{R_{CM}^2} \frac{1}{1 - \left(\frac{L}{R_{CM}}\right)^2} \quad (3)$$

Kommentar

Opgaven her viser, at den danske sprogbrug, at kalde massemidpunktet for tyngdepunktet, er sløset. Tyngdepunktssætningen burde hedde massemidpunktssætningen, da det er bevægelsen af massemidpunktet den vedrører. På figuren har jeg markeret stangens massemidtpunkt, og hvad der her giver mest mening at kalde et tyngdepunkt. Nemlig der, hvor tyngdekraften på stangens masse samlet i punktet er den samme som den samlede tyngdekraft på stangen. Kalder vi det således definerede tyngdepunkt for R_{GR} , ses af ligning (2), at

$$R_{GR}^2 = R_{CM}^2 \left(1 - \left(\frac{L}{R_{CM}}\right)^2 \right), \quad (4)$$

eller for $L \ll R_{CM}$:

$$R_{GR} = R_{CM} \sqrt{1 - \left(\frac{L}{R_{CM}}\right)^2} \approx R_{CM} - \frac{L^2}{2R_{CM}} \quad (5)$$

Afstanden imellem tyngdepunktet og massemidpunktet er derfor for realistiske stanglængder stærkt overdrevet på figuren.

Kalder vi accelerationen, som stangen ville have, hvis al dens masse var samlet i dens massemidtpunkt, a_{CM} , viser ligning (3), at vi for $L \ll R_{CM}$ har

$$\begin{aligned} a &= a_{CM} \left(1 - \left(\frac{L}{R_{CM}}\right)^2 \right)^{-1} \\ &\approx a_{CM} \left(1 + \left(\frac{L}{R_{CM}}\right)^2 \right), \end{aligned} \quad (6)$$

altså en relativ afvigelse af a fra a_{CM} på

$$\frac{a - a_{CM}}{a_{CM}} \approx \left(\frac{L}{R_{CM}} \right)^2. \quad (7)$$

På et geofysikkursus for en del år siden erfarede jeg, at man med et såkaldt gravimeter kunne måle afvigelsen af tyngdefeltstyrken ved Jordens overflade, når gravimeteret blev flyttet fra gulvet op på et bord. Idet tyngdefeltstyrken $g(r) = GM/r^2$, og derfor $dg/g = -2dr/r$, fås med $dr \approx 1$ m og $r \approx 6000$ km, at gravimeteret må have kunnet måle med en relativ nøjagtighed på 10^{-6} eller mindre. Hvis vi kunne bruge gravimeteret til at måle forskellen mellem tyngdefeltstyrken i tyngdepunktet, som er lig med a , og tyngdefeltstyrken i massemidtpunktet, som er lig med a_{CM} , ses det af ligning (7) og $R_{CM} \approx 6000$ km, at længden af en stang nær Jordens overflade skal være større end $2L = 2R_{CM} \cdot 10^{-3} \approx 10$ km for at gravimeteret ville kunne registrere forskellen. Den praktiske betydning af svaret på breddeopgave 70 er derfor nok ikke stor.

Men regnestykket er selvfølgelig en påmindelse om, at ækvivalensen imellem acceleration og tyngdekraft-felt kun gælder infinitesimalt. Lange og korte stænger falder ikke lige hurtigt. Hvis de er rettet radiale i forhold til Jorden falder de hurtigere, jo længere de er.

For stænger liggende på tværs af retningen imod Jorden falder de lange stænger langsommere end de korte. Jeg vil overlade udregningen til læserne. For stænger på tværs finder jeg svarende til ligning (6) for stænger på langs:

$$\begin{aligned} a &= a_{CM} \left(1 + \left(\frac{L}{R_{CM}} \right)^2 \right)^{-\frac{1}{2}} \\ &\approx a_{CM} \left(1 - \frac{1}{2} \left(\frac{L}{R_{CM}} \right)^2 \right). \end{aligned} \quad (8)$$

For stænger på tværs finder jeg modstykket til ligning (5) til at være:

$$R_{GR} = R_{CM} \sqrt[4]{1 + \left(\frac{L}{R_{CM}} \right)^2} \approx R_{CM} + \frac{L^2}{4R_{CM}}. \quad (9)$$

Modsat situationen for stænger på langs gælder det for stænger på tværs, at deres tyngdepunkt er længere væk fra Jorden end deres massemidtpunkt.

Kun for kuglesymmetriske massefordelinger gælder ifølge Newtons teorem, at $R_{GR} = R_{CM}$, og derfor $a = a_{CM}$, og følgelig at store og små genstande falder lige hurtigt.

Galilei argumenterede overbevisende for, at lette og tunge genstande falder lige hurtigt. Hvis vi f.eks. antager, at tunge genstande falder hurtigere end lette, så vil en let genstand sammenbundet med en tung genstand holde den tunge tilbage i faldet, så den falder langsommere, end hvis den faldt frit. Men tilsammen vil de to sammenbundne genstande ifølge antagelsen på den anden side udgøre en genstand tungere end den tunge, hvorfor den tunge genstand sådan anskuet vil

falde hurtigere, end hvis den var fri. Antagelsen om at tunge genstande falder hurtigere end lette må derfor være forkert, da den fører til logisk modstrid.

Der er ikke noget i vejen med Galileis argument. Det handler om tunge og lette genstande. Men i inhomogene tyngdefelter viser opgavebesvarelsen, at argumentet ikke kan overføres til store og små genstande. Normalt falder store og små genstande som vist ikke lige hurtigt.

Breddeopgave 71 og 72. Tidevandsfelter

Inden næste nummer af KVANT udkommer, kan læserne eventuelt overveje løsningen til disse opgaver fra breddekurset på RUC (fra henholdsvis sygeeksamen august 1983 og sygeeksamen september 1987, nr. 71 og 72 i rækken her i KVANT):

71. *Hvordan kan det være, at det med god tilnærmelse går godt at regne med, at inertiens lov gælder i et koordinatsystem med centrum i Solen og faste akser i forhold til stjernerne i vores galakse, når vi ved, at Solen deltager i galaksens rotation?*

72. *Indtræffer springflod ved fuldmåne, nymåne eller halvmåne? Begrund svaret.*

Den anden af opgaverne har været behandlet tidligere i KVANT, juli 2008. Løsningen dengang er rigtig. Men siden er jeg kommet på bedre tanker angående begrundelsen for den rigtige løsning. De bedre tanker bringes sammen med løsningen til den første opgave i næste nummer af KVANT.

PFEIFFER VACUUM

Vacuum pumper



To-trins olielampumper
Promotionpris fra DKK 8.000

Tlf. 3166 8708
Lars.Scholte@pfeiffer-vacuum.dk
www.pfeiffer-vacuum.com

Ørsted Medaljer i sølv og bronze

Af Michael Cramer Andersen

Astrofysikeren Anja C. Andersen fik den 24. oktober 2016 overrakt H.C. Ørsted Medaljen i sølv for sin mangeårige og varierede indsats med formidling af naturvidenskab. Den 14. november 2016 fik Martin Frøhling Jensen fra Næstved Gymnasium og HF tildelt H.C. Ørsted Medaljen i bronze for fremragende formidling af naturvidenskab til gymnasieelever.

Sølvmedalje til Anja C. Andersen

H.C. Ørsted gjorde en imponerende indsats både som forsker, formidler, underviser og organisator. Det er helt i hans ånd, når Selskabet for Naturlærens Udbredelse (SNU) tildeler H.C. Ørsted Medaljen i sølv til astrofysiker Anja Cetti Andersen.



Dorte Olesen og Anja C. Andersen. Foto: Rochelle Coote Photography.

I sin tale ved overrækkelsen den 24. oktober sagde formand for SNU, Dorte Olesen, "Hun brænder for sit fag, både hvad angår forskning og formidling. Men hun er også levende interesseret i rigtig mange andre ting, og netop derfor har hun gennem årene været i stand til at udvikle en "formidlingsportefølje" langt ud over det sædvanlige, og langt mere end de fleste bevæge sig tæt på det Ørstedeske ideal om åndens og naturens enhed."

Anja C. Andersen har skrevet mere end 60 populærvidenskabelige artikler, herunder en fast klumme i Weekendavisen, og bidraget til mange bøger. Hendes interesse for spændingsfeltet mellem viden og tro har fx ført til bogen "Livet er et mirakel" forfattet sammen med præsten Anna Mejlhede, og hun har skrevet populærvidenskabelige børnebøger.

Hendes utrolige flid og engagement har ført hende landet rundt, hvor hun alene i 2015 holdt foredrag til vidt forskellige målgrupper for i alt ca. 5000 tilhørere. Hun bryder også nye veje for naturvidenskabsformidling gen-

nem et samarbejde med skuespillere, musikere, fotografer og forfattere, kunstnere og filmfolk. Mange så hende måske i forestillingen Radium sammen med skuespilleren Lotte Andersen.

De seneste to modtagere af sølvmedaljen var Jens Martin Knudsen (2000) og Ove Nathan (1999).

Bronzemedalje til Martin Frøhling Jensen

Den 14. november gav SNU H.C. Ørsted Medaljen i bronze for fremragende formidling af fysik til gymnasieelever til lektor Martin Frøhling Jensen, Næstved Gymnasium og HF.

SNUs formand Dorte Olesen sagde bl.a. om valget: "Martin Frøhling Jensen er en meget engageret fysik- og matematiklærer, som formår at inspirere og fascinere sine elever og at motivere mange af dem til at fortsætte på det teknisk-naturvidenskabelige område. Han rækker også ud mod folkeskolen med Science Camps og deltager i Næstveds kulturnat med et Science Show midt i byen. Ved at gøre fysikken forståelig og underholdende på et solidt fagligt grundlag hjælper han mange til bedre at forstå og forholde sig til den avancerede tekniske udvikling i vores samfund. SNU ønsker med prisen at markere, hvor vigtigt det er at få formidlet denne forståelse, og hvor stor en indsats det rent faktisk kræver."



Martin Frøhling Jensen og Dorte Olesen. Foto: Cecilie M.K. Pedersen.