

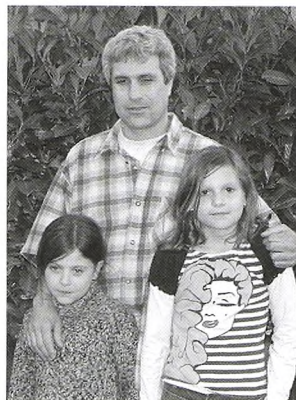
Mg-baserede legeringers gode formningsevne og den lave glasovergangstemperatur gør disse legeringer potentielt yderst velegnede til fabrikation af komponenter med meget små dimensioner, da kun atomernes størrelse i princippet synes at sætte begrænsninger for, hvilke størrelser der kan fremstilles. Som illustration af hvordan man kan opnå fine mønstre ved en simpel presning af en amorf legering viser figur 8 et "Atomic Force Microscope" (AFM) billede af et sinusformet mønster. Dette er dannet ved, at presse en amorf $\text{Mg}_{60}\text{Cu}_{30}\text{Y}_{10}$ legering mod en matrice med et lignende mønster. Matrizen er fremstillet ved fotolitografi og efterfølgende deponering af et nikkel-lag. Sinusmønstret har en bølgelængde på 1 μm , og afstanden fra bund til top er ca. 160 nm. Selv uden et AFM kan man med det blotte øje se, at et mønster med typiske dimensioner i mikrometer skala må være dannet i legeringen ved presningen, idet der opstår et tydeligt farvespil i materialets overflade, som skyldes diffraktion af lys. Dette er vist på det lille billede (figur 8a).

Denne artikel udspringer af arbejdet på Risø med amorfe legeringer, der foruden forfatteren har involveret en række af hans kolleger: Allan Schrøder Pedersen, Morten Eldrup, John Wert, Søren Linderorth, Bente Lebech, Ulrike Wolf, Masato Ohnuma, Stinus Jeppesen, Anders Reves Dinesen og Erlin Zhang.

Referencer:

- [1] A. Inoue, T. Zhang og A. Takeuchi (1997) *Appl. Phys. Lett.*, bind 71, side 464–466.
- [2] N. H. Pryds, M. Eldrup, M. Ohnuma, A. S. Pedersen, J. Hattel og S. Linderorth (2000) *Mater. Trans. JIM*, bind 41, side 1435–1442.

- [3] K. Binder, J. Baschnagel, W. Kob og W. Paul (1999) "Physics Worlds", December, side 54.
- [4] N. Pryds m.fl. (2004) vil blive publiceret.
- [5] W. Kauzmann (1948) *Chem. Rev.*, bind 43, side 219.
- [6] N. Pryds (2004) *Mater. Sci. Eng. A*, i trykken.
- [7] M. Ohnuma, N. Pryds, S. Linderorth, A. S. Pedersen, M. Eldrup og J. S. Pedersen (1999) *Scripta Mater.*, bind 41, side 889.
- [8] U. Wolf, N. Pryds og J. Wert (2004) *Scripta Mater.*, bind 50/51, side 1385–1388.
- [9] J. A. Wert, N. H. Pryds og E. Zhang (2001) "22nd Risø International Symposium on Materials Science: Science of Metastable and Nanocrystalline Alloys – Structure, Properties and Modelling", Dinesen, A.R.; Eldrup, M.; Juul Jensen, D.; Linderorth, S.; Pedersen, T.B.; Pryds, N.H.; Schrøder Pedersen, A.; Wert, J.A. (red.), 3–7 September 2001, <http://www.risoe.dk/afm/Symp22/procelec.htm>



Nini Pryds er seniorforsker ved afdelingen for materiale forskning ved forskningscenter Risø. Han beskæftiger sig bl.a. med eksperimentelle studier af amorfe og nanokrystallinske materialer samt kim dannelse og vækst af ikke-ligevægt materialer. Desuden arbejder han også med fremstilling og karakterisering af tynd film.

Tidens paradoks

Michael Cramer Andersen

Anmeldelse af "tid – fysiske, filosofiske og videnskabsteoretiske perspektiver"

Forfatter Jan-Kyrre Berg Olsen (red.).

Biofolia 2004, 208 sider, 225 kr. (www.biofolia.dk).

Denne bog om tid beskæftiger sig med tiden indenfor fysikken eller set i relation til fysikken, der må betragtes som grundvidenskab. Bogen indeholder otte artikler skrevet af danske og norske forskere. Artiklerne er samlet af Jan-Kyrre Berg Olsen som også har redigeret bogen. Han har skrevet en ph.d. afhandling som handler om relationen mellem fysikkens tidsbegreber og den menneskelige erfaring af tid, "Time in Experience and Science" (2003).

Stig Andur Pedersens skriver i forordet at tiden er et paradoks. Vi kan forme fremtiden og vi oplever at begivenheder i fremtiden bliver aktuelle og forsvinder i fortiden, som er fast og uforanderlig. Er det kun "nuet" der er virkeligt? Hvordan forstår man tidens pil? Mange af de processer der præger vores liv er irreversible. Udviklingen fra fødsel til død kan ikke vendes om. Men de grundlæggende fysiske love er tidsinvariante og fysiske processer kan ligeså godt forløbe omvendt. Forskellige dele af fysikken anven-

der tiden forskelligt. Termodynamikken, anviser en mulig definition af tidens retning gennem entropisætningen, men den kan ikke udledes fra mere grundlæggende teorier uden problemer. I Einsteins relativitetsteorier må vi opfatte tiden i kombination med rummet hvorefter der ikke er nogen absolut tid og ikke noget "nu" som er mere virkeligt. Alle begivenheder danner tilsammen en verdenslinje hvor hver begivenhed udgør et statisk punkt. Skellet mellem fortid og fremtid har tilsyneladende ingen realitet. Dette problem diskuterer en af bogens forfattere (Jan Faye) og giver en mulig løsning på.

Redaktøren, Berg Olsen, angriber fysikkens objektive tid som medfører at menneskets erfarede tid og tidens retning blot er en illusion (side 12), "Hvis man betrakter tiden ut fra mikrofysikkens perspektiv, er man kritisk til erfaringens temporalitet – man antar som regel at tiden i den menneskelige erfaring er en illusion. Eller er det den objektive, vitenskapelige tids mangel på en bestemt udviklingsretning som er konstruktionen? Er den vitenskapelige tid således intet andet enn idealiseringer av abstraksjoner av den tid vi erfarer? Hva er egentlig tiden i fysikken?" Citatet er på norsk, som er en del af bogens sprog, men det hindrer ikke læsningen nævneværdigt. Bogen sigter mod at formidle moderne filosofi og videnskabs forsøg på, at bestemme grænsen mellem den objektive tid, som forudsættes at være den virkelige tid, og den subjektive tid, som mennesket oplever. Men

hvad er fysikkens objektive tid? Hvordan adskiller det sig fra den tid, som vi oplever? Er den tid, vi oplever, ikke virkelig? Interessante spørgsmål både for forskere og andre, der interesserer sig for tidens paradoks. De fleste artikler er vel-skrevne, men ved at de spænder så vidt er der også passager som er af mindre interesse.

To nordmænd lægger for med historiske analyser af tidsbegrebet. Ragnar Fjelland, professor i videnskabsteori i Bergen, viser i sin gennemgang af tidsbegrebet, fra de græske naturfilosoffer over Galilei til moderne relativitetsteori, at et geometrisk tidsbegreb ikke er fuldstændigt, da det ikke kan forklare menneskets oplevelse af tiden og hvordan vi bruger den. Olav Arnfinn Laudal, professor i matematik i Oslo, søger svar på spørgsmålene om hvordan vores rumforståelse er og hvad vores forhold til tiden er? Han gør rede for hvordan de matematiske begreber om rum og tid har udviklet sig siden højmiddelalderen hvor Augustin sammenfattede de antikke tanker om rum og tid. Malerkunstens udvikling af perspektivet hjalp med at abstrahere det tredimensionelle rum og beskrive det matematisk og Descartes indførte koordinater til at beskrive punkter i rummet (det kartesiske rumbegreb). I dag er rum og tid vævet sammen og der er mange alternative forklaringsmodeller. Laudal bevæger sig ind i relativitetsteoriens metrik for rumtiden og når frem til (som også Augustin hævdede), at "tiden er et slags rum, ..., nemlig rummet af alle de ting man vælger at betragte. Og målet på tid er en metrik på dette rum."

Herefter følger fem bidrag fra danske forskere. Jan Faye, lektor i filosofi i København, spørger om hvad fysikken kan fortælle om tidens pil. Han taler for, at fysikkens objektive tid ikke har nogen foretrukken retning. At den subjektive tid har en retning hænger sammen med menneskets psykologi. Faye gennemgår den psykologiske tidspil, den termodynamiske og den kosmologiske pil og Stephen Hawkings forklaring af, at disse tre tidspile opleves at gå i samme retning. Faye diskuterer endvidere hvordan tiden forholder sig til processer der medfører udvikling og forandring og stiller spørgsmål ved, om det er tidens retning som bestemmer hvordan fysiske processer forløber eller om det modsatte kan være tilfældet, som mange moderne fysikere mener. I stedet for at bruge forskellige tidsopfattelser fra forskellige dele af fysikken, så kan man anvende den kausale tidspil og simpelthen lade tidens retning være bestemt af at årsag skal komme før virkning og bruge ordningen af begivenheder til at bestemme tidens forløb. Der findes to løsninger til Einsteins firemomentvektor, $E^2 = m^2c^4 + p^2c^2$, der beskriver en partikel med en bestemt masse og impuls i rumtiden. En løsning med positiv energi (som normalt bruges) og én løsning med negativ energi (som fik Dirac til at postulere eksistensen af antipartikler). Faye foreslår, at bruge energiens positive retning som den kausale retning frem i tiden. Tidens retning bestemmes således af samtlige kausale processer i verden. Faye foreslår at man fortolker den negative løsning som den del der beskriver fortiden, på partiklens verdenslinje, og den positive løsning som den del der beskriver fremtiden. Det harmonerer fint med den gængse fortolkning, at antipartikler kan betragtes som almindelige partikler, der bevæger sig baglæns i tiden. Grunden til at vi ikke ser virkning komme før årsag er, at energien normalt er positiv.

Peter Øhrstrøm, professor i videnskabshistorie i Ålborg, sammenligner den statiske tidsopfattelse i fysikken med en dynamisk, udviklende tid som skelner mellem fortiden, nuet og fremtiden. I A.N. Priors tidslogik er "nuet" det virkelige. Prior var imod en relativisering af tiden fordi det også ville

medføre en relativisering af eksistensbegrebet (to iagttagere der mødes kan ikke blive enige om hvad der eksisterer), men han var klar over at hans tidslogik var i konflikt med fysikken.

Mogens Wegener, lektor i filosofi i Aarhus, taler også for et dynamisk syn på tiden (Prior), som indebærer en fundamental udvikling på alle niveauer af virkeligheden (det er ikke helt klart for kvantepartikler). Wegener mener derfor, at tiden har en bestemt retning, og han er derfor uenig med Faye på dette punkt. I kosmologien benyttes en såkaldt "kosmisk tid" til at beskrive Universets udvikling. Den gængse opfattelse kritiseres af Wegener som i stedet fremdrager den britiske kosmolog Edward Arthur Milnes ider om universel samtidighed og "verdenstid". Milne forsøgte at forklare galaksernes observerede voksende hastigheder (Hubbles lov) uden relativitetsteorien. I følge Milne skulle hans verdenstid kræve, at der er vinkelbevarelse (isotropi) under en altomspændende spredningsbevægelse (Universets udvidelse).

Simon Olling Rebsdorf, ph.d. i Aarhus, gennemgår Milnes kosmologi mere systematisk og mere kritisk end Wegener. I Rebsdorfs bidrag får vi således at vide, at Milnes "kinematiske relativitetsteori" ikke har mange tilhængere i dag, men at de tidlige ider var med til at inspirere Robertson og Walker til – uafhængigt af hinanden – at opstille en metrik for Universet hvor hovedantagelserne er 1) en kosmisk tid, der er ortogonal på det tredimensionelle krumme rum og 2) det kosmologiske princip, ifølge hvilket stof og energi er fordelt homogent og isotropt. Milne var central i udbredelsen af det kosmologiske princip og Robertson-Walker-metrikken er stadig helt central i kosmologien. Milnes ider om en verdenstid er imidlertid gået i glemmebogen i kosmologien, men de har haft stor filosofisk interesse idet standardkosmologien slet ikke beskæftiger sig med tid.

Helge Kragh, professor i videnskabshistorie i Aarhus, spørger om naturkonstanterne afhænger af den kosmiske tid? Han pointerer, at udviklingsperspektivet, som erstattede et statisk billede af naturen, trådte ind i de geologiske, astronomiske og biologiske videnskaber i sidste halvdel af 1700-tallet, men kun i ringe grad i fysikken. Fysikken har med sine naturlove og konstanter giver et anderledes sikkert holdepunkt i en verden der ellers er præget af fænomener i forandring. I virvarret af parametre optræder en stribe fundamentale størrelser som f.eks. G , e , c , $\hbar$, α samt masserne for elektronen og protonen. Disse og andre fundamentale størrelser kan kun måles, og kan ikke udledes (endnu) af mere fundamentale teorier, da de netop udgør en del af fundamentet; de er irreducibile. De er desuden vigtige forudsætninger for hvilke stabile strukturer der kan eksistere. Hvis de fluktuerede ville verden se radikalt anderledes ud. Det antages, at de ikke varierer i hverken rum eller tid, hvorfor vi kan lære mange ting om fjerne stjerner og galakser ved at studere lyset fra dem. Der er imidlertid gjort mange forsøg på at lade visse af størrelserne variere med tiden. Det kunne jo være at de ændrede sig så langsomt at de kun tilsyneladende var konstante? Det ville betyde, at naturlovene udviklede sig med tiden og fysikken ville have færre faste holddepunkter, ligesom de andre naturvidenskaber. Modstanden mod denne id har været stor. I 1930'erne kom Milnes kosmologi med G , der afhang af tiden og i 1937 forsøgte Dirac at lade G afhænge af tiden for at det totale antal partikler i universet var lig en bestemt kombination af andre konstanter. Eddington forsøgte at forklare den numeriske værdi af finstrukturkonstanten, α , og etablerede derved en uheldig forbindelse mellem naturkonstanternes værdi og numerologien. Der er siden gjort mange forsøg på at udlede den måske lidt overraskende værdi $\alpha^{-1} \cong 1/137$, oftest ved brug af

meget spekulativ fysik. De fleste mener at tallet 137 ikke har nogen betydning og den rigtige værdi afviger da også noget herfra. Målinger af variationen af forskellige fundamentale konstanter har for længst aflivet de berømte teorier. Anderledes forholder det sig imidlertid med variationen af α . De første spekulationer om at α varierer med tiden kom i 1930'erne som et forsøg på at bortforklare galaksernes rødforskydning og derved sikre et statisk univers. I 1967 ændrede George Gamow Diracs hypotese, så det var α der varierede med tiden i stedet for G , men målinger af galakser og kvasarer afviste denne id. Der var ingen eksperimentelle grunde til at betvivle, at α var konstant over astronomiske tidsrum indtil 2001. Her offentliggjorde astronomer overraskende målinger, foretaget med Keck-teleskopet, der påviste at α var mindre i den fjerne fortid med en forskel på omkring 10^{-5} i forhold til den nuværende værdi. Målingerne, som

siden er blevet bekræftet, har medført fornyet interesse for variationen af de fundamentale størrelser og givet flere muligheder for at opstille kosmologiske teorier. Det diskuteres blandt andet om det er e eller c der har varieret.

Jan-Kyrre Berg Olsen afslutter bogen med en diskussion hvor mange fysikere (f.eks. Poincaré, Einstein, Eddington, Feynman og Penrose) og filosofers synspunkter koges sammen. Tidens paradoks løses måske ikke, men opløses lidt hvis man betragter forskellige opfattelser af tiden som forskellige perspektiver, eller måder at fokusere på bestemte træk ved virkeligheden. Den erfarede tid vil også altid fokusere på bestemte træk.

Bogen er inspirerende læsning og kan varmt anbefales, særligt hvis man er interesseret i de filosofiske aspekter af fysikken, men er nogle steder lidt tung.

Nyt fra Astronomisk Selskab

Wieth-Knudsen Observatoriet

Søndag den 4. juli 1999 blev Dr. N. P. Wieth-Knudsen Observatoriet indviet for anden gang, på 40 års dagen for den første indvielse i 1969. Siden da har Astronomisk Selskab varetaget driften af observatoriet til stor glæde og astronomisk udbytte for både foreningens medlemmer og de mange gæster, der har besøgt stedet. Begivenheden blev fejret med en reception ved observatoriet den 4. juli, og den sidste weekend i august, fra fredag den 27. august kl. 18 til søndag den 29. august kl. 14 inviterer vi alle interesserede til et par dages stjerneparty. Programmet kommer til at omfatte observationer – både af Solen og nattehimmelen – foredrag samt præsentation af observatoriets og deltageres teleskoper og andet udstyr.

Tisvilde og omegn har meget at byde på i turistmæssig henseende. Derfor er programmet opbygget med forholdsvis få faste punkter, så deltagerne kan få mulighed for at tage til stranden, i skoven eller til andre steder i løbet af weekenden. I Tisvildeleje et par kilometer fra observatoriet er der et stort antal spisesteder, så vi regner med at deltagerne selv sørger for at få mad og drikke efter behov. Vi vil arrangere et eller to fælles måltider, som de, der ønsker det, kan deltage i. Overnatning er også et område, hvor deltagerne selv kan indrette sig efter egne ønsker. Bor man i nærheden kan man tage hjem og ellers kan man overnatte på et af egnens hoteller, pensioner eller hytteudlejninger. Der er også mulighed for at stille telte op ved observatoriet. Teleskoper og andet udstyr kan låses inde når det ikke er under opsyn.

Der er på den måde tale om en struktur, som er radikalt anderledes end andre weekendarrangementer, hvor deltagerne indkvarteres et mere eller mindre afsides sted og gennemgår et program, hvor også f.eks. måltider og ekskursioner er fastlagt. Vi håber mange vil synes om denne form, der giver mere plads til individuel udfoldelse. Der er også bedre mulighed for at familien kan få fornøjelse af at komme med i de tilfælde hvor man har ægtefælle, børn eller forældre, der ikke synes om at tilbringe en weekend med at diskutere okularer og anden teleskopeteknik. Vil man kun deltage i dele af arrangementet kan det naturligvis også lade sig gøre.

De udgiftskrævende ting som forplejning og overnatning varetages af deltagerne selv. Derfor koster det ikke noget at være med, bortset fra eventuelle udgifter til fællesmåltider.

Detaljer i programmet vil kunne læses på Astronomisk

Selskabs webadresse as.dsri.dk/wko og bliver præsenteret på både AS-mailinglisten og astrolist.

Foredrag i efteråret: Mars anno 2004

Ved juletid 2003 ankom den første europæiske rumsonde nogensinde til Mars og få uger senere landede NASA's marsrobotter Spirit og Opportunity medbringende bl.a. danske eksperimenter. Disse missioner har siden leveret et væld af billeder og målinger, der har bidraget til større viden om den røde planet. Ikke mindst vores indsigt i vandets historie er blevet bedre og det puster nyt liv i diskussionen om, hvorvidt livet er opstået på Mars.

- *Morten Bo Madsen/Preben Bertelsen:*
Resultater fra Spirit og Opportunity. 6. september i København – 13. september i Århus
- *Christine Schøtt Hvidberg/Karen Guldback Schmidt:*
Is og vand på Mars – nu og i fortiden. 27. september i København – 4. oktober i Århus
- *Søren Larsen:*
Vejret på Mars. 25. oktober i København – 1. november i Århus
- *Jonathan Merrison/Palle Gunnlaugsson:*
At genskabe Mars på Jorden: laboratoriesimuleringer og analogier. 15. november i København – 22. november i Århus
- *Per Nørnberg:*
Rejser til Mars og drivkraften bag udforskningen af planeten. 6. december i København – 13. december i Århus

Foredragene finder sted **kl. 19.15** på adresserne:
København: Auditoriet, Juliane Maries Vej 30, 2100 København Ø.

Århus: Matematisk Institut, Aarhus Universitet, Ny Munkegade, Bygning 530, 8000 Århus C.

Foredragene afholdes i samarbejde mellem Astronomisk Selskab, Tycho Brahe Planetarium og Folkeuniversitetet. De er tilrettelagt af Michael Linden-Vørnle, Kristian Pedersen, Michael Quaade og Bjarne Thomsen.