

de hidtidige missioner (T/P har et fodafttryk på 100 m).

Desuden har ESA planlagt CryoSat missionen, som forventes opsendt i 2003. Denne mission anvender en kombination af det konventionelle pulsafgrænsede altimeter og SAR (Synthetic Aperture Radar) til opmåling over havis. SAR scanner overfladen i baner på tværs af satellittens bevægelsesretning se figur 15a. Kombineres fodafttrykkene fra SAR og det pulsafgrænsede altimeter, vil de tilsammen deles ind i områder, der giver en bedre horisontal opløsning, se figur 15b. Til opmåling af iskapperne scanner to SAR antenner overfladen, figur 15a. Denne konfiguration bevirker, at retursignalerne vil interferere med hinanden og give en tre dimensional model af overfladen, figur 15c. Metoden kaldes for interferometri.

Referencer:

- [1] Dudley B. Chelton (1988) "WOCE/NASA Altimeter Algorithm Workshop", U.S. WOCE Technical Report No. 2, 70 pp., U.S. Planning Office for WOCE, College Station, TX.

- [2] Lee-Lueng Fu og Anny Casenava (2001) "Satellite Altimetry and Earth Sciences, A Handbook of Techniques and Applications". Academic Press.
- [3] Duncan Wingham (1999) "CryoSat, Science and Mission Requirements". Department of Space & Climate Physics. University College London.



Henriette Skourup har arbejdet 5 år ved iskortlægningen DMI. Hun forventer snarest at påbegynde et speciale ved Kort- og Matrikelstyrelsen indenfor analyse af satellitdata til måling af havistykkelser i samarbejde med NBIAFG.

Back to basics!

Jeppe Dyre, IMFUFA, Roskilde Universitetscenter.

Fysik er sjovt. Fysik er spændende. Man bliver aldrig træt af at beskæftige sig med fysikkens indsigter, og man fascineres løbende af ny gennembrud på forskningsfronten. Der er nærmest tale om en permanent forelskelse. Sådan tror jeg de fleste fysikere føler for deres fag. Men disse følelser er det svært at formidle til folk der ikke er fysikere. De – og samfundet som sådan – har nærmere holdningen: *Fysik er nyttigt*, og derfor er fysikere nyttige. Nøjagtigt ligesom alle mulige andre eksperter er nyttige, for eksempel elektrikere eller tandlæger. Men er fysik blot ét af mange specialer, er fysikere bare en slags avancerede ingeniører? Hvad er egentlig fagets berettigelse? Disse spørgsmål bør fysikere stille sig selv en gang imellem. Svarene har konsekvenser for vores opfattelse af faget og for hvordan der skal undervises i faget.

Et kort og klart synspunkt på hvad fysik er, blev givet i 1995 af Sol Gruner, James Langer, Phil Nelson og Viola Vogel i artiklen "*What future will we choose for physics?*" [1]. De understreger at fysik ikke er kendetegnet ved, *hvad* der studeres, men ved *hvordan* det studeres. Faget er karakteriseret ved hvilken slags spørgsmål man stiller til de studerede systemer, og hvilken slags information man søger om dem. Som et eksempel nævnes i artiklen at astronomer studerer pulsarer, og biologer studerer levende systemer, men fordi der er interessant fysik i både pulsarer og levende systemer, studerer fysikere dem begge. Denne afgrænsning af faget i termer af dets "conceptual tools" – frem

for i termer hvad der studeres – har faktisk kendetegnet fysikken helt tilbage til Galileo.

Hvad er det så der karakteriserer fysikkens tænke-måde, hvilke "conceptual tools" kendetegner fysikeren? De er [1]:

- 1) *En kvantitativ og reduktionistisk tilgang.*
- 2) *Et ønske om at identificere universelle træk af systemet der studeres, med henblik på at opnå erkendelse der går ud over systemet.* [2]

De dygtigste fysikere gennem tiderne har studeret systemer som kunne lære os noget alment – noget der strækker sig langt ud over systemet selv. I den daglige forskning har de fleste af os selvfølgelig ikke på samme måde fat i den lange ende, men pointen er at vores *drivkraft* går i ovennævnte retning. Vi er – modsat f.eks. kemikere – ikke helt tilfredse med resultater der ikke i det mindste *kunne* vise sig at være almene. Vi leder efter det universelle, og vi begejstres når vi finder det.

Jeg tror langt hen ad vejen det er disse "conceptual tools", der gør fysikeren nyttig på arbejdsmarkedet. Det er tænke-måden, den måde fysikeren angriber et problem på, der gør ham eller hende nyttig. Fysikeren er ikke "bare" skrap til at bruge fysikkens formaler. Fysikeren tænker lidt anderledes end folk med andre uddannelser. For eksempel skelner en fysiker i sin verdensopfattelse – modsat de fleste andre – skarpt mellem grundlæggende, almengyldige ligninger (f.eks. Maxwells ligninger) og empiriske lovmæs-

sigheder (f.eks. Hookes lov). Der er i den veluddannede fysikers hoved et *hierarki* af erkendelser med de kendte grundpiller nævnt i note [2].

En fysiker skabes gennem en lang og hård universitetsuddannelse. Det er uddannelsen det gør forskellen på fysikeren og ingeniøren, på fysikeren og andre naturvidenskabeligt uddannede. En fysikuddannelse bør hele tiden understrege de bærende elementer i fysikkens bygning. Selvom vi her i landet stadig har gode uddannelser, er udviklingen i mange år gået i en uheldig retning, synes jeg. De store fysikmiljøer (KU og AU) har efterhånden et meget stort og avanceret pensum på førstedelen; vi på de små universiteter er vist ikke meget bedre. Det meste af det jeg selv lærte på andendels-studiet er nu pensum på første del. Dette skyldes måske et pres for tidligt at præsentere det "ny" og "spændende".

Samtidig med at de studerende på papiret lærer meget mere er frafaldet blevet mindre og studietiden kortere. Hvordan kan det hænge sammen? Jeg tror det store pensum for mange studerende har ført til en delvis overfladisk forståelse. Dette er særlig farligt for fysik, fordi fagets kerne er *dyb forståelse af grundlæggende sammenhænge*. Vi risikerer at smide barnet ud med badevandet. Mange andre fag giver (nødvendigvis) en ret fragmenteret og overfladisk forståelse af mangfoldige fænomener, men fysik er i denne sammenhæng ikke bare et blandt mange fag. Fysik er noget særligt, et fag med en strengt hierarkisk erkendelsesstruktur – med symmetrier og bevarelseslove som det helt grundlæggende. I fysikken skelner man skarpt mellem det grundlæggende og det afledte. Fysik er faget per excellence hvor spørgsmålet: *Hvorfor?* kan besvares og skal besvares.

Hvis jeg har ret i ovenstående grunde til fagets berettigelse, bør fysikstudierne revideres. Vejen frem er først og fremmest at skære betydeligt ned på pensum, især på førstedels-studiet. I stedet skal vi konsekvent lægge vægten på det helt grundlæggende. Studiet bliver ikke nemmere eller på et lavere niveau hvis dette gennemføres, for kravene til den grundlæggende forståelse skal samtidig øges betydeligt.

Det er fysikere der er godt grundskolede, der er nyttige for samfundet, ikke dem med en overfladisk forståelse af en mangfoldighed af fænomener. Dermed har og får fysikken sin særlige berettigelse.

Referencer:

- [1] S. M. Gruner, J. S. Langer, P. Nelson og V. Vogel (1995) *Physics Today*, December 1995, side 25.
- [2] En tredje og sidste "conceptual tool" der nævnes i ref. [1] er at fysikere alle har gennemgået "advanced training in core subjects". Dvs. at vi alle har lært mekanik, termodynamik og statistisk mekanik, kvantemekanik og elektrodynamik, så vi mestrer disse "core subjects" på et højt niveau.



Jeppe Dyre er professor i fysik på RUC.

Breddeopgave nr. 9 og 10

Jens Højgaard Jensen, IMFUFA, Roskilde Universitetscenter.

De følgende to breddeopgaver bringes apropos artiklen om Coriolis og corioliskraften i det sidste nummer af KVANT. Breddeopgave nr. 9 blev stillet ved vintereksamen 1999 og lyder:

Vurder størrelsesordenen af vandstandsforskellen mellem østsiden og vestsiden af Storebælt ved en strømhastighed gennem bæltet på ca. 5 km i timen.

Breddeopgave nr. 10 blev stillet ved sommer-

eksamen 2000 og lyder:

Det lodrette tryk på skinnerne fra et hurtigtgående tog er svagt afhængigt af om toget kører imod øst, vest, nord eller syd. I hvilken kørselsretning er trykket størst og i hvilken mindst? Hvad er størrelsesordenen af den relative trykforskel? Begrund svarene.

Løsninger og kommentarer til opgaverne bringes i næste nummer af KVANT.