

KVANT

September 2006 3

Tidsskrift for Fysik og Astronomi 17. årgang

SÆRNUMMER OM:

FYSIKUNDERVISNING

HERUDOVER ARTIKLER OM:

- LHC vs. STANDARDMODELLEN
- DE INDRE PLANETER
- NY PLANETDEFINITION
- KVANT-NYHEDER
- AKTUELLE BØGER

LØSSALGSPRIS: 40 KR

KVANT

Tidsskrift for Fysik og Astronomi

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

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

Udgives af

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

Redaktion

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

Abonnementspris : 160 kr/år.

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

Annoncpriser

1/1 side: 3000 kr, 1/2 side: 1600 kr
1/4 side: 1000 kr, farvetillæg: 1800 kr
Priserne er excl. moms og for reproklart materiale. Henvendelser om annoncer til redaktøren, tlf. 22 67 26 42.

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



Produktionsplan

Nr. 4-06 udkommer ca. 15. december
Nr. 1-07 udkommer ca. 15. marts
Deadline for mindre bidrag og annoncer er ca. en måned før, længere artikler skal modtages to måneder før.

Indhold:

Naturvidenskab i det nye gymnasium – forfald eller fremtidsrettethed? <i>Jens Dolin</i>	3
Den nye gymnasiereform – nogle synspunkter <i>Niels Hartling</i>	7
Stefans lov – breddeopgave 25 med didaktisk kommentar <i>Jens Højgaard Jensen</i>	9
Foreningsnyt – foredrag i efteråret	12
KVANT-nyheder <i>Sven Munk</i>	15
Udforskningen af de indre planeter <i>Ib Lundgaard Rasmussen</i>	17
LHC vs. Standardmodellen <i>Troels C. Petersen</i>	21
Lad der være dværgplaneter! <i>John Rosendal Nielsen</i>	23
Debat om fysikundervisningen på universiteterne <i>Anja C. Andersen, Ivan Stensgaard og Henrik Bruus</i>	25
Hvordan bliver man fysiklærer anno 2006? <i>Michael Cramer Andersen</i>	28
Hvordan bliver man fysiklærer anno 2008? <i>Carl Winsløw</i>	30
Viden ind – penge ud <i>Sven Munk</i>	33
Aktuelle bøger	33
Galakssers stævнемøde <i>John Rosendal Nielsen</i>	Bagsiden



Forsiden viser supernovaresten Cassiopeia A, der er den yngste supernovarest i Mælkevejen – det er kun ca. 340 år siden stjernen eksploderede. Farverne afslører grundstofferne: Klare grønne filamenter er rige i ilt; røde og lilla er svovl og blå består hovedsagligt af brint og kvælstof. Billedserien er fra en animation, der viser udviklingen fra stjerne til supernovarest. Foto: Hubble Rumteleskopet.

Dette nummer af KVANT er et særnummer om fysikundervisning. Man kan desuden læse om forberedelserne af den nye store partikelaccelerator LHC ved CERN og der er artikler om udforskningen af de indre planeter samt den nye planetdefinition.

Bestilling af ekstra eksemplarer af dette nummer (40 kr. per stk. inklusiv forsendelse) kan ske på kvant@kvant.dk så længe lager haves.

Naturvidenskab i det nye gymnasium – forfald eller fremtidsrettethed?

Af Jens Dolin, Syd Dansk Universitet

Den nye gymnasiereform har nu fungeret det første år, og selv om det er for tidligt at afsige endelige domme, tegner der sig dog nogle tendenser, som det nok er værd at diskutere. Jeg vil fremdrage nogle mere principielle træk ved reformen og tilhørende didaktiske udfordringer, idet Niels Hartling i sin artikel kommer tæt på de konkrete ændringer og giver nogle bud på hvorledes de mest presserende problemer kan rettes op. Jeg vil belyse hvilke udfordringer reformen skal være et svar på, og om den er det. Om den tolkning man som følge heraf giver naturvidenskaben er fornuftig. Om hvorfor fysik er blevet et alment fælles fag og hvilke krav det stiller. Og endelig vil jeg give nogle vurderinger af det første gennemløb af grundforløbet støttet på den foretagne evaluering og fremhæve hvilke didaktiske udfordringer fysiklærerne står over for. Jeg omtaler kun de obligatoriske niveauer i det almene gymnasium. De skal ses som en (naturlig) forlængelse af Folkeskolens naturfaglige undervisning og som et grundlag for en mere studieorienteret fysikundervisning for de særligt interesserede.

Gymnasiereformen som startede august 2005 er ikke grebet ud af den blå luft. Den er nok i sin konkrete udformning et resultat af politiske forhandlinger – med deraf følgende uhensigtsmæssigheder – men den er grundlæggende baseret på et omfattende udviklingsarbejde i forbindelse med *Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser* [1]. Programmet løb 1999-2003 og her blev der for første gang udformet en samlet ramme inden for hvilken det gymnasiale udviklingsarbejde skulle udfolde sig. Inspireret af OECDs tankegange om livslang læring og den voksende fokus på kompetencebegrebet blev der formuleret en række indsatsområder som forsøgsarbejdet skulle beskæftige sig med. Det drejede sig fx om undervisningens organisering, samspillet mellem fagene, kompetenceudvikling, samarbejde mellem skoler m.fl. Programmet finansierede en bred vifte af undervisningsprojekter og efteruddannelsesaktiviteter som blev rapporteret i lang række publikationer¹. Ikke mindst fysikundervisningen i det almene gymnasium var et stort forsøgsområde og som eksempel på rapporter kan nævnes:

Udvikling af fysikundervisningen i det almene gymnasium (nr. 4, aug. 2000), som var en opfordring til at deltage i forsøg og udviklingsarbejder med undervisningen i fysik. Opfordringen førte til i alt 77 godkendte projekter, hvor de tre største områder var projektarbejde i fysik, tværfaglige aktiviteter og eksamen. Forsøgene blev evalueret og evalueringerne blev rapporteret i:

Forsøg med fysikundervisningen 2000-2002 (nr. 22, nov. 2002) og *Forsøg med fysikundervisningen 2002-2003 – opsamling af erfaringer* (nr. 50, nov. 2003).

Samtidig tog den faglige forening i fysik og fagkonsulenten i fysik sammen initiativ til en debat om fysikundervisningen, som blev udgivet i: *Hvorfor? – et spørgsmål om fysikundervisningen i det almene*

gymnasium (nr. 23, nov. 2002). Heri gav en række fysikdidaktikere og fysiklærere deres bud på hvorfor og hvordan fysik skulle indgå i det almene gymnasium i den kommende reform. Der blev givet en vifte af begrundelser, som fokuserede på at fysik skulle være et alment dannende fag for alle, skulle vægte en kompetencetilgang, skulle fastholde de matematiske aspekter og skulle give plads til begejstring. Der blev lagt meget vægt på at det var den naturvidenskabelige tankegang og fysiks betydning for erkendelse og samfund frem for den konkrete viden, der var fysiks bidrag til almindelsen og som var de væsentligste argumenter for fysiks plads i gymnasiet på de grundlæggende niveauer. Specielt det alment dannende aspekt har været genstand for overvejelser fra såvel den faglige forening som Undervisningsministeriets side. Således afholdt Fysiklærerforeningen og Uddannelsesstyrelsen i 2000 en konference med titlen *Fysik og almindelse* [2], som var med til at sætte fysik på "dannelseslandkortet".

Jeg vil tro, at det er viljen til at stille disse grundlæggende spørgsmål og lodigheden og mangfoldigheden af de givne svar, der har været med til at placere fysik som det fælles, almindende naturvidenskabelige fag. Fysik C skal da også ifølge læreplanen give ... *eleverne en grundlæggende indsigt i naturvidenskabelige arbejdsmetoder og tænkemåder med vægt på almindelsen. (...) og de skal kunne ... reflektere over indhold og argumentation, samtidigt med at de møder perspektiveringer af faget.* Dvs. en øget vægt på viden om fysik og fagets processider.

At alle elever i det almene gymnasium nu skal have denne nye fysik på C-niveau – og at fysik sammen med de øvrige naturvidenskabelige fag skal indgå i 'naturvidenskabeligt grundforløb' – er et stort ansvar og en stor udfordring for faget og for fysiklærerne.

¹se us.uvm.dk/gymnasie/udvikling

Modefænomen eller nødvendig tilpasning?

Man kan selvfølgelig vælge at sige at al det nye med kompetencer, fokus på læring og metakognition osv. går over – og tilbage bliver som sædvanlig den konkrete faglige viden. Vi er nogle stykker der kan huske hvorledes projektarbejde og tværfaglighed ved sin indføring i uddannelsessystemet i begyndelsen af 1980'erne blev udskældt som faglighedssænkende modefænomener. Men de viste sig at udtrykke en nødvendig faglig udvikling som tilpassede uddannelserne og fagene til samfundets behov. Denne udvikling er fastholdt i reformen, skønt det nu, af delvis politiske grunde, kaldes sagsorientering og fagligt samspil og dermed har en lille nuanceforskydning (se fx [3]).

Kompetenceorienteringen er en naturlig fortsættelse. Hvor det problembaserede og tværfaglige havde udspring i fagets rolle i samfundet (også videnskabs-samfundet), så har det nye fokus på kompetencer sit udspring i det enkelte menneskes position i samfundet og herunder evnen til at kunne bringe sin viden i anvendelse i personlige og samfundsmæssige situationer. Denne individualisering skal kobles til videnskabssamfundets ændrede vidensforståelse og i det hele taget den øgede vægt som der samfundsmæssigt lægges på viden. Det vidensproducerende samfund [4] og det ændrede vidensbegreb (situeret, praksisrelateret) stiller krav til fagene om at skulle fungere som epistemiske kulturer [5], dvs. ikke som vidensopbevarere, men som specifikke måder at skabe viden på. Kompetencebegrebet indfanger dette aspekt: Den enkeltes evne til – sammen med andre – at producere viden selv. Hvilket ofte vil sige at kunne anvende og dermed transformere kendt viden på og til nye situationer. Også den øgede vægt på dannelse kan ses i dette perspektiv. Især hvis dannelse også opfattes som selvdannelse, dvs. den enkeltes gøre faget til sit eget. Hele denne udvikling sætter fagene under pres – og det gælder måske især ikke-hermeneutiske fag som fysik. Den stiller også krav til lærerne om at kunne forvalte en sådan faglighedsopfattelse. Fagets praksis må ændres i overensstemmelse med de nye mål og styringsdokumenter. Der skal meget kortfattet udtrykt ske en bevægelse fra regning af standardopgaver, indlæring af formler og udførelse af standardøvelser til opstilling af nye problemstillinger og brug af viden på ukendte områder og i kontekstrige, autentiske situationer. Dvs. undervisningen skal i stedet for indlæring af et fast pensum sikre udvikling af vidensdannelsesprocesser og give eleverne et greb om fagets vidensforståelse.

Dette er naturligvis ikke nyt, men en logisk videreudvikling af den tidligere bekendtgørelses krav om at arbejde med forskellige dimensioner af fysikken. Man kan måske sige at dimensionerne bliver mere centrale – samtidig med at de mange forsøgserfaringer

inddrages. Den skitserede opprioritering af det anvendelsesorienterede og reflektive er desuden i overensstemmelse med udenlandske tendenser. Det amerikanske *Project 2061*² lagde vægt på *science for all* og det engelske *Beyond 2000* [6], fremhævede nødvendigheden af at lære eleverne om naturvidenskaben. Begge projekter har haft stor indflydelse på naturfagsundervisningen såvel i de respektive lande som internationalt. De understreger begge de kulturelle og demokratiske begrundelser for den naturfaglige undervisning på grundniveauerne (dvs. til og med gymnasiets C-niveauer), og de kommer med anbefalinger vedrørende naturfagsundervisningen, der langt hen ad vejen er taget hensyn til i reformens læreplaner og vejledninger. Internationalt bæres tendensen af et fælles fokus på *scientific literacy*, således som det fx danner grundlag for PISAs test af naturvidenskabelige kompetencer³.

Didaktiske udfordringer

Jeg har i en artikel i MONA [7] givet et bud på de vigtigste problematikker inden for naturfagsundervisningen. Af de, der direkte vedrører gymnasireformen, vil jeg især pege på følgende: Reformens krav om *fagligt samspil* mellem de tre hovedområder fordrer inddragelse af videnskabsteoretiske aspekter. Fysik skal i sit samarbejde med andre fag repræsentere den naturvidenskabelige faggruppe, dvs. fysik skal ikke kun bidrage til sagen med fagets konkrete viden, men også med viden og bevidstgørelse om *naturfagenes egenart*. Hvad kan naturfagene (som andre fag ikke kan), hvorledes skabes viden i de forskellige naturvidenskaber, hvilken status har denne viden i sammenligning med anden viden, hvilken rolle har naturvidenskaberne spillet historisk etc.? Der skal således udvikles en lærerbevidsthed og viden om naturfagenes metaperspektiver, dvs. viden om naturfagenes videnskabsteori og videnskabshistoriske hovedtræk. Det kræver en stor forskningsindsats og en omfattende efteruddannelse af lærerne.

Kompetenceorienteringen stiller krav om at kunne se anvendelsen af den konkrete viden som udtryk for fagets centrale kompetencer. Eleverne skal ikke kun lære at måle nøjagtigt, kunne foretage lineær regression eller at finde is' specifikke varmekapacitet – de skal tilegne sig en empirisk kompetence. Der skal derfor være en vis generalitet og eksemplaritet i det faglige arbejde. Desuden skal den faglige kompetence opnås gennem en samtidig opøvelse af almene og personlige kompetencer i faget.

Den øgede vægt på *naturvidenskabelig dannelse* er kun mulig hvis der udvikles en vis fælles opfattelse af hvad der skal forstås herved. Dannelsesbegrebet er ikke veldefineret i reformsammenhænge, men det er en kompleks personlighedsorienteret kategori, som integrerer fagligt indhold, faglig perspektivering, identitetsarbejde

²<http://www.project2061.org/>

³<http://www.oecd.org/dataoecd/38/29/33707226.pdf>

og etik [8]. At undervise heri er ikke enkelt – især ikke hvis det er uklart hvad det er. Desuden er det et åbent spørgsmål om og hvordan den opnåede dannelse skal indgå i bedømmelsen af eleverne. Det, der ikke indgår i karaktergivning, får ikke meget plads i et stærkt karakterorienteret system. Så hele *evaluerings-spørgsmålet* er i det hele taget meget afgørende for hvorledes reformen vil udvikle sig. Hvis fx den øgede vægt på skriftlig eksamen slår igennem i flere skriftlige og færre mundtlige prøver, vil det nok øge evalueringens reliabilitet, men på bekostning af validiteten. Det er meget svært at teste bløde kompetencer i en skriftlig test, og det er vel de færreste autentiske, hverdagsnære situationer, hvor elever bruger naturvidenskabelig viden, som kræver skriftlig formulering.

Motivationsproblemet og *læringsproblemet* er to sammenhørende problemer, som ligger i forlængelse af de foregående. Hvorledes får vi alle elever med og hvorledes lærer de bedst fysikken? Den sidste del af spørgsmålet er måske det vigtigste og åbner op for grundlæggende overvejelser over hvornår man egentlig har lært fysik. Inden for fagets egne rammer har vi opbygget en forestilling om forståelse baseret på evnen til at kunne gennemføre fagets vigtigste processer (regne opgaver, udføre øvelser, kende formler etc.). Men i en hverdagskontekst er kompetence snarere evnen til at kunne argumentere med brug af fagets viden i komplekse situationer – at kunne tilpasse faget til en hverdagslogik. Det vil sige man skal evne det meget vanskelige at få to forskellige former for viden til at hænge sammen, nemlig hverdagslivets narrative tilgang og fysikkens logisk-deduktive (se fx min ph.d. afhandling [9] for uddybning). Det er et centralt formål med det nye tværgående forløb 'almen studieforberedelse' at gennemføre sådanne processer. Men det er en endog meget svær øvelse at få de to verdener, de to forskellige måder at erkende på, til at hænge sammen. Hverdagslivets mangfoldighed og kompleksitet er simpelthen svær at lukke inde i den naturvidenskabelige reduktion. I dagligdagen bruger vi det erfarede, det kendte, til at forklare det ukendte – i naturvidenskaberne er det omvendt. Her anvender vi det abstrakte og teoretiske, det usynlige, det ikke-erfarede, til at beskrive det velkendte. At få eleverne til at gennemføre begge processer fordrer fra lærerside en læringsteoretisk tilgang baseret på en bred vifte af undervisningsformer (herunder evalueringsformer). Evnen til at kunne engagere og inddrage elevers følelser er afgørende nødvendig for at initiere og gennemføre denne proces.

Selv om fysikkens viden (måske) er følelses- og værdimæssig neutral, så er de, der skal lære fysikken, ikke uden værdier og følelser. Hvis elever (lige som alle andre) skal engagere sig i fysik, skal de have mulighed for at give det værdi, for at forholde sig følelsesmæssigt til det. Det er desuden forudsætningen for senere at

kunne adskille følelserne fra facts. Et vigtigt element kunne være at fokusere mere på *hvordan* den givne viden er fremkommet, fx ved at fortælle historierne om alle fejltagelserne, og *hvorfor* den er vigtig, frem for kun at undervise i hvad der er den rigtige viden. Undervisning med henblik på kompetence og dannelse fordrer netop at man arbejder med det usikre, det kontroversielle etc. (jfr. autentisk fysik projektet [10]).

Gymnasireformens første halve år

Hvordan gik det så med reformens implementering? Jeg vil fremdrage nogle (meget få) resultater af evalueringen af grundforløbet [11]. Hele evalueringen⁴ omfattede grundige interviews med lærere, elever og ledelse på tre gymnasier gennem efteråret 2005 samt en spørgeskemaundersøgelse omfattende 724 lærere, 2.705 elever og ledelsen på 23 gymnasier. Evalueringen omfattede hele grundforløbet og ikke kun fysik eller de naturvidenskabelige fag, men giver et billede af de fælles problemer og muligheder i grundforløbet og de tværgående bånd, herunder naturfagligt grundforløb.

Først og fremmest viste det sig, at eleverne i vid udstrækning var i stand til at anvende viden og kompetencer tilegnet i et fag i andre fag, så den øgede vægt på fagligt samspil har ikke været forgæves. De har også kunnet anvende de tillærte generelle gymnasiale arbejdsformer (såsom notatteknik og mindmap) i fagene. Der er desuden opbygget en evalueringskultur på skolerne og i fagene som på sigt kan vise sig som noget af det mest værdifulde ved reformen.

Det er svært at vurdere fagligheden, idet grundforløbet jo netop skal lægge grunden for de næste to og et halvt års arbejde. Generelt anser naturfagslærerne niveauet i læreplanerne for at være for ambitiøst i forhold til den tid, der er til rådighed, og en del giver også udtryk for at niveauet er lavere end før reformen. Dette kan skyldes at grundforløbets niveauer er forskellige fra det gamle gymnasiums niveauer og ikke direkte sammenlignelige, men også at kravene er anderledes. Desuden klager mange lærere over at omfanget af det skriftlige arbejde er mindre.

Det er interessant hvorledes kravet om at elever skal kunne skifte retning efter grundforløbet har medført at fagene har udviklet en faglig kanon. Typisk har fysiklærerne på en skole diskuteret sig frem til fælles emner og tekster i Fysik C og i bidraget til naturvidenskabeligt grundforløb. Denne diskussion har været frugtbar og givet liv til faggrupperne.

Det naturvidenskabelige grundforløb har fået meget forskellig udformning på de forskellige skoler. Men dette må vel vurderes positivt, ligesom der blandt lærerne er stor tilfredshed med friheden mht. valg af emner og eksperimenter. Af læreplanens kompetencer fokuseres der mest på empirikompetencen. De metodiske aspekter af naturfagene indgår med stor vægt, hvorimod de mere videnskabsteoretiske og per-

⁴<http://www.uvm.dk/06/documents/grund.pdf>

spektiverende aspekter fylder væsentligt mindre. Der er desuden et skræmmende lille samarbejde med matematik. Hvorvidt naturvidenskabeligt grundforløb er en anvendelig introduktion til naturvidenskab skiller lærerne i to nogenlunde lige store grupper. Lærernes arbejdsvilkår er meget ændret. Langt de fleste lærere føler et stærkt øget arbejdspress, både pga. af ændrede læreplaner, men nok så meget pga. en overvældende mødeaktivitet og følelsen af et stærkt øget dokumentationskrav. Til gengæld er der udbredt tilfredshed med den tvungne teamorganisering, som også viser sig at være en af de vigtigste forudsætninger for succesrig implementering.

Mange af reformens intentioner må således siges at være blevet opfyldt. Men evalueringen viste også nogle problemer. Vigtigst er måske at strukturen har indbygget nogle modsætninger, som det er svært at komme uden om. De tværgående bånd medfører med de valgte strukturer ofte meget opsplittede forløb i fagene, som gør det svært at opnå kontinuitet og progression i enkeltfagernes undervisning.

Mange lærere, især naturfaglige, er stadig præget af pensumtænkning, dvs. underviser efter hvilken viden, typisk defineret gennem bestemte tekster, eleverne skal have, frem for efter hvilke kompetencer, de skal opnå. Mange har således vanskeligt ved at forbinde en overfaglig kompetencediskurs med faginterne begreber og arbejdsformer og i det hele taget at styre efter kompetencemål.

Her er så ikke sagt noget om hvorvidt implementeringsprocessen har været rimelig. Dette afhænger jo i vid udstrækning af det valgte ståsted. Mens Undervisningsministeriet vil sige at problemerne skyldtes skolerne manglende forberedelse og læreres manglende vilje til omstilling, vil mange skolars ledelse pege på uklare styredokumenter og lærerne vil hæfte sig ved den stærkt øgede arbejdsbyrde, følelsen af øget kontrol og den ændrede faglighed. Godt halvdelen af lærerne havde en positiv holdning til reformen da skoleåret startede, mens en fjerdedel var negativt stemt. I slutningen af semestret var kun en fjerdedel positivt stemt, mens godt halvdelen havde en negativ holdning. Så noget kunne under alle omstændigheder tyde på at reformen kunne være blevet bedre forberedt.

Afslutning

Jeg ser ikke reformen som en revolution. Den er et led i den naturlige og nødvendige tilpasning af skolen og skolefysikken til samfundsudviklingen og fagudviklingen, og på mange måder lever den op til de krav og de tendenser, som kan aflæses af globalisering og videnssamfund. Og ja, så er der vel tale om et vist forfald af traditionelle fysikværdier: Færre formler, mindre af det traditionelle stof. Men til gengæld større fremtidsrettethed: Mere faglig valgfrihed, større vægt på reflektive og spektiverende dimensioner, øget evne til at anvende faget i ikke-faginterne sammenhænge.

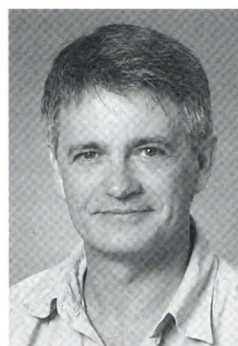
Den største udfordring er uden tvivl at mange fysik-

læreres faglighedsbegreb ikke er i overensstemmelse med gymnasireformens. Her skal der ske en gensidig tilpasning.

Hele denne udvikling i fysikundervisningen stiller ganske store krav til fysiklærerne. Det er krav som lærerne ikke har fået forudsætninger for at honorere gennem deres kandidatstudium, og som kun lærere med nyt pædagogikum i et vist omfang har fået belyst. Der er således ikke noget at sige til at mange fysiklærere føler sig på tynd is og har et stort behov for især fagdidaktisk efteruddannelse. Det bliver derfor spændende at se i hvilket omfang den besparelse i skriftlig rettereduktion, som ligger i reformen, rent faktisk bliver brugt til lærernes efteruddannelse, som det var hensigten.

Litteratur

- [1] Undervisningsministeriet (1999). Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser. København, Undervisningsministeriet.
- [2] Undervisningsministeriet (2000). Fysik og almen dannelse. København, Uddannelsesstyrelsen, Undervisningsministeriet.
- [3] Dolin, J. (2006a). III.2 Fag, hovedområder og fagligt samspil. Gymnasiepædagogik. E. Damberg, J. Dolin and G. H. Ingerslev. København, Hans Reitzel.
- [4] Nowotny, H., P. Scott, et al. (2001). Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty. Oxford, UK, Blackwell Publishers Inc.
- [5] Knorr-Cetina, K. D. (1999). Epistemic Cultures: How the Sciences Make Knowledge Harvard University Press.
- [6] Millar, R. and J. Osborne (1998). Beyond 2000: Science education for the future. London, King's College London.
- [7] Dolin, J. (2005). "Naturfagsdidaktiske problematikker", MONA 1 (1).
- [8] Dolin, J. (2006b). I.4 Dannelse, kompetence og kernefaglighed. Gymnasiepædagogik. E. Damberg, J. Dolin and G. H. Ingerslev. København, Hans Reitzel.
- [9] Dolin, J. (2002). Fysikfaget i forandring. Læring og undervisning i fysik i gymnasiet med fokus på dialogiske processer, autenticitet og kompetenceudvikling. IMFUFA. Roskilde, IMFUFA/RUC: 410.
- [10] Bangsgaard, T., J. Dolin, et al. (2001). Autentisk fysik. Valby.
- [11] Dolin, J., K. Hjemsted, et al. (2006). Evaluering af grundforløbet på stx, Uddannelsesstyrelsen: 53.



Jens Dolin, lektor, ph.d. i fysikdidaktik, forskningsleder ved Institut for Filosofi, Pædagogik og Religionsstudier, Syddansk Universitet. Har undervist i gymnasiet i mange år. Arbejder med almenpædagogiske og naturfagsdidaktiske problemstillinger og har deltaget i en række evaluerings- og forskningsprojekter i tilknytning til gymnasiet. Har deltaget i læreplansarbejde og er medlem af internationale arbejdsgrupper vedrørende naturfagsdidaktik.

Den nye gymnasiereform – nogle synspunkter

Af Niels Hartling, Birkerød Gymnasium og HF.

Gymnasiereformen, som startede i august 2005, udgør det største brud i den danske gymnasieskole siden 1905. Reformen giver mange spændende muligheder, men den har også en række indbyggede problemer. Et af reformens mål har været en styrkelse af naturvidenskab i undervisningen, det er dog mere end tvivlsomt, om dette mål vil blive opnået.

Er gymnasiereformen en succes?

Eleverne i gymnasiet vælger ikke længere mellem de to linjer, den sproglige og den matematiske. De går derimod på en såkaldt studieretning, som består af tre fag, hvoraf mindst ét skal vælges på A-niveau (højt niveau) og dertil ét på mindst B-niveau (mellemniveau). Fagene i studieretningen skal samarbejde og gensidigt støtte hinanden.

Eleverne tilkendegiver deres studieretningsønske før skolestart, og de vælger endeligt efter det første halve år. Ud over fagene i studieretningen skal eleverne have andre valgfag og en række fællesfag.

Der har været flere mål med reformen. Sprogenes stilling måtte ikke svækkes i en globaliseret verden, som matematik og naturvidenskab, specielt fysik og kemi, skulle styrkes. Men lidt polemisk kan man hævde, at til trods for disse hensigter, er samfundsfag det eneste fag, som utvetydigt er blevet styrket. Det er hvad der sker, når en stor reform bliver vedtaget. Når mange partier og hensyn skal tilgodeses, så ender det tit et andet sted, end hvad der oprindeligt var hensigten.

En række problemer er en næsten uløselig konsekvens af reformens struktur. Det gælder sammensætningen af valghold, skemalægningen, nødvendigheden af i nogle tilfælde at læse A- og B-niveauet parallelt mm. Jeg vil her kun fremhæve et enkelt problem, som især frustrerer mange elever (og forældre). Det er, at det frie valg af studieretning ofte er en fiktion, for det er langt fra altid, at et ønsket valg kan opfyldes. Det skyldes, at gymnasierne er forpligtede til at fylde klasserne op til ca. 29 elever. Det går naturligt nok ikke altid op, så ikke helt få elever bliver henvist til en helt anden studieretning – måske på et andet gymnasium – end den ønskede. Og heller ikke efter det første halve år, hvor det endelige valg skal finde sted, vil der altid være plads på den foretrukne studieretning.

Det har som nævnt været et mål med reformen at styrke positionen og fagligheden af ikke mindst matematik og naturvidenskab. Det skal blandt andet ske gennem en øgning af det tværfaglige samarbejde og gennem en understregning af disse fag som en naturlig del af den almene dannelse for alle. Ud over tværfagligt arbejde inden for studieretningerne, sker samarbejdet inden for nogle faglige nyskabelser, dels "naturvidenskabeligt grundforløb", som er en introduktion af naturvidenskab for alle i de første halve år, dels

"almen studieforberedelse", som skal give mulighed for fælles projekter på tværs af de tre "fakulteter", som karakteriserer det almene gymnasium: Naturvidenskab, humaniora og samfundsvidenskab.

Hvad er erfaringen, nu da den første årgang gennem et år har prøvet reformen på egen krop? Her kan man blive ganske overrasket over, hvad der meldes ud i medierne. Den ene dag får man at vide, at reformen er et uoverskueligt mismask, som hverken lærere eller elever kan finde ud af, at elevernes faglighed og studiekompetence ikke vil blive styrket, men tværtimod svækket. Den næste dag læser man, at det går overraskende godt, at eleverne trives, og at de selv i 1.g udviser et engagement og en studiekompetence, som man tidligere knap nok kunne forvente af en 3.g elev. Hvad skal man tro?

Men selvom udmeldingerne her efter første år har været helt forskellige, så har der dog været ret bred enighed om, at det indledende halve år i 1.g, det såkaldte grundforløb, har været så pakket med "alternativ" undervisning og projekter, at eleverne – og lærerne med for den sags skyld – knap nok har vidst, hvad der var de "normale" fag og det "normale" skema. Derfor har man allerede taget konsekvensen og reduceret timetallet til "almen studieforberedelse" i grundforløbet.

Jeg vil nævne et par resultater af reformen, som efter min mening har været opløftende.

For det første mærker vi allerede nu, at eleverne på anden måde end tidligere identificerer sig med deres valg. Det betyder efter de foreløbige erfaringer, at de ikke betragter fagene i studieretningen som "et nødvendigt onde". De er tværtimod nærmest stolte over deres valg, og flertallet er tydeligt mere engagerede end tidligere.

For det andet mener jeg, at de tværfaglige forløb i 1.g ofte er gået overraskende godt. Nu har der i mange år været tværfaglige forløb i gymnasiet, men dels har strukturen tidligere ofte stillet sig hindrende i vejen, dels har det rent ud sagt været nemmere for lærerne, at gøre som de plejer, så det er ikke blevet til helt så meget, som man kunne ønske. Her har det nok været meget godt, at alle har været tvunget. Det er karakteristisk ved tværfaglig undervisning, at det i højere grad er knald eller fald – enten bliver et forløb en inspirerende succes for både lærere og elever, eller også bliver det nærmest

spild af tid. Og her synes jeg nok, at man kan hævde, et det i de fleste tilfælde, som jeg kender til, har været en succes.

Er ønsket om at styrke naturvidenskaben blevet opfyldt?

Det er svært at svare entydigt på, for det kommer an på, hvad man mener med en styrkelse. Der er sket en vis øgning af det *minimale* omfang af matematik og naturvidenskab. Derfor vil matematik og naturvidenskab i højere grad end tidligere blive en selvfølgelig og vigtig del af uddannelsen for alle gymnasieelever. Problemet er, at en styrkelse "i bunden" efter alt at dømme bliver betalt ved en svækkelse "i toppen", dvs. de høje niveauer, både med hensyn til antal elever og med hensyn til indhold.

Tidligere var matematik og fysik på mindst B-niveau obligatorisk på matematisk linje. Da matematikerne udgjorde flertallet af eleverne, fik over halvdelen matematik og fysik på mindst B-niveau. Det store flertal af matematikere valgte endda matematik på A-niveau, og ganske mange, ca. 30 %, fysik eller kemi på A-niveau. I fremtiden vil de matematisk naturvidenskabelige studieretninger ifølge valget i skoleåret 2005-6, og som det foreløbige valg 2006-7 tegner, kun omfatte ca. en tredjedel af eleverne. Det skal siges, at vi endnu ikke kender de endelige valg i 2. og 3.g, men alligevel er det overvejende sandsynligt, at brøkdelen af elever med matematik, fysik eller kemi på mindst B-niveau bliver mindre.



Figur 1. Det danske fysikolympiadehold i Salamanca, Spanien 2005. De fem deltagere er fra venstre: Katrine Louise Svane, HTX Horsens, Mikkel Settnes, Allerød Gymnasium, Kræn Vodder Nielsen, Ribe Katedralskole, Louis Nilsson, Frederikshavns Gymnasium og Peder Klokmose Sørensen, Haderslev Katedralskole. Billedet er taget under afslutningsceremonien, og holdet har derfor fået det fine tøj med de nyhervrede studenterhuer på.

Er fagligheden styrket?

Angsten for at skræmme elever væk har gjort mange gymnasier tilbageholdende med at gøre studieretningerne "for hårde" og fx inddrage både matematik og fysik på A-niveau. Det almindelige forslag for en studieretning bliver ofte den "laveste fællesnævner", dvs. et fag på A-niveau, et på B-niveau og et på C-niveau. Dertil kommer, at man kan frygte, at de nye A-

og B-niveauer ikke kommer til at matche de gamle med hensyn til faglighed.

Faglighed er mange ting, så igen er det svært at udtale sig entydigt om, hvorvidt fagligheden er styrket eller svækket. Men der er ikke tvivl om, at specielt A-niveau fagenes kernestof, dvs. de emner, som *skal* indgå i undervisningen, og som indgår i skriftlig eksamen, er blevet reduceret væsentligt. Det er dels en følge af, at der skal være plads og tid til samarbejdet med andre fag inden og uden for studieretningen, dels er det en følge af, at den tid der er afsat til skriftligt arbejde i de enkelte A-niveau fag, er blevet reduceret. Den øjeblikkelige mode, som går på, at man i højere grad beskriver fags indhold i kompetencer og i mindre grad stiller krav om kendskab til en række centrale emner, har heller ikke været befordrende for omfanget af kernestoffet.

Et eksempel er kernestoffet i fysik, som trods et par nye områder, bl.a. en spændende styrkelse af elementer i moderne fysik, er blevet svækket væsentligt. Mest forbløffende er, at hele elektromagnetismen er gledet ud. Gennem mit arbejde med fysikolympiaden i Danmark og internationalt har jeg kontakt med uddannelserne i en lang række lande. Jeg tror ikke, man på en tilsvarende ungdomsuddannelse har sløffet hele elektromagnetismen som en del af kernestoffet noget andet sted verden. Men i H.C. Ørstedes fædreland Danmark, skal eleverne altså ikke længere nødvendigvis vide noget om magnetisme og om sammenhængen mellem elektricitet og magnetisme på gymnasiets højeste fysik-niveau. Det kan bl.a. betyde, at der ikke bliver tilstrækkelige udfordringer for de dygtigste elever, som i opgaverregning kun i ringe grad vil kunne kombinere forskellige dele af faget. Det vil endvidere give det problem, at den fælles basis, de videregående uddannelser kan bygge på, bliver meget begrænset. Det er jo ikke fordi emnet er ligegyldigt eller perifert, eller fordi antallet af anvendelser ikke er legio. Her er efter min opfattelse pendulet svinget for langt ud, og det er en af de ting, jeg håber, man snarest får ændret. At det vil kunne gøres uden større problemer bekræftes af, at man efter de første erfaringer med fysik A-niveau holdet fra mit eget gymnasium, har rigelig med tid.

Ud over en tradition for at have et snævert kernestof er en anden meget dansk tradition et eksamenssystem med mange mundtlige og få skriftlige eksamener. På begge disse områder er vores ungdomsuddannelser faktisk ret enestående. For eksempel kan man sammenligne med den internationale studentereksamen IB (international baccalaureate), som er i fremgang i hele verden, også i Danmark. På IB uddannelsen er kernestoffet inden for matematik og de naturvidenskabelige fag *langt* større end kernestoffet i Danmark, og næsten alle eksamener er skriftlige.

I hvert fald er det mere end svært at tro på, at den reduktion af kernestoffet og den nedprioritering af det skriftlige arbejde med problemløsninger, som der er lagt op til, ligefrem vil betyde en faglig styrkelse.

Hvad kan man gøre?

Efter min opfattelse vil man ret snart blive nødt til at revidere reformen på nogle punkter. Ellers vil matematik og naturvidenskabelige fag på de høje niveauer ikke blive styrket, men tværtimod svækket, til trods for politikernes gentagne tale om øget faglighed og om at satse på vidensamfundet. Følgende idéer ville efter min opfattelse kunne hjælpe:

- At man kræver, at studieretninger indeholder mindst to fag på A-niveau, dvs. at en studieretning med fag på ABC-niveau ikke bliver tilladt. Det behøver ikke at blive "sværere" for den enkelte elev, for de skal under alle omstændigheder ifølge reformen vælge mindst to fag på A-niveau. Ved at lægge to fag på A-niveau ind i studieretningen ville eleverne på en seriøs måde forberedes til videregående studier.
- At man på ny ser på fagenes kernestof, og at der ikke, som det er lagt op til, sker en reduktion i det skriftlige arbejde inden for matematik og naturvidenskab.
- At man lægger større vægt på skriftlige eksamener. Det ville oven i købet være både billigere og mere retfærdigt.
- At der fra centralt hold defineres et begrænset antal (fx 3-6) grundlæggende studieretninger, hvor de høje niveauer tages alvorligt, og som direkte kvalificerer til optag på nogle af de længerevarende videregående uddannelser (fx humaniora, medicin, naturvidenskab, ingeniørvidenskab,

økonomi og samfundsvidenskab). Det ville gøre administrationen lettere og ville gøre det lettere for elever at skifte skole, herunder mindske den frustration, som mange elever føler, fordi de ikke kan få en ønsket bestemt studieretning på en anden skole.

Her bør det nævnes, at universiteterne, måske i angst for at miste kunder, indtil nu nok har været lidt for forsigtige med at stille konkrete krav inden for naturvidenskab. Selv om det specielt er A-niveauerne, der lægger op til de lange videregående studier, tør universiteterne stort set ikke kræve disse niveauer. For eksempel er der næsten ingen naturvidenskabelige uddannelser, som kræver et naturvidenskabeligt fag på A-niveau.

De antydede forslag vil medføre andre ændringer i den komplicerede reform, men jeg mener, at idéer efter disse retningslinjer vil kunne gennemføres, samtidigt med at de bedste sider af reformen bibeholdes.



Niels Hartling er lektor i fysik og matematik på Birkerød Gymnasium og HF. Lærebogsforfatter og gennem en årrække deltager i det faglige arbejde, især omkring fysik i gymnasiet. I 1990-94 fagkonsulent i fysik for Undervisningsministeriet. Med i arbejdet omkring Danmarks deltagelse i de internationale fysikolympiader.

Stefans konstant – breddeopgave 25 med didaktisk kommentar

Af Jens Højgaard Jensen, IMFUFA, 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 kommentarer til opgaven fra forrige nummer samt en ny opgave. Opgaven i sidste nummer af KVANT var denne breddeopgave fra RUC (nr. 25 i rækken i KVANT):

25. Stefans konstant

Stefan-Boltzmanns lov, at energitætheden i hulrumsstråling er lig med en universel konstant gange den absolutte temperatur i fjerde potens, kan udledes ud

fra elektrodynamikken og termodynamikken. Størrelsen af den universelle konstant lader sig imidlertid kun forklare ud fra mere grundlæggende naturkonstanter inden for rammerne af kvantemekanikken, hvilket antyder en sammenhæng mellem kvantemekanik og termodynamik. Hvordan er sammenhængen mellem konstanten i Stefan-Boltzmanns lov og mere grundlæggende naturkonstanter? Begrund svaret.

Løsning

Konstanten a i $u = aT^4$ for energitætheden i hulrumsstråling har dimension som energi/(volumen $\times$ temperatur⁴), dvs. $ML^{-1}T^{-2}K^{-4}$, hvor M betegner dimensionen masse, L dimensionen længde, T dimensionen tid og K dimensionen temperatur. Elektromagnetisk stråling er underlagt den grundlæggende naturkonstant c , lysets hastighed, med dimensionen LT^{-1} . Tilsvarende er termodynamikken styret af størrelsen af Boltzmanns konstant k_B . Den har dimen-

sion som *energi/temperatur*, dvs. $ML^2T^{-2}K^{-1}$. Og det ses, at c og k_B ikke lader sig kombinere til noget med dimension som konstanten a .

Hvis vi derimod inddrager kvantemekanikkens grundlæggende naturkonstant, Plancks konstant h , åbner der sig måske en mulighed. Plancks konstant har dimension som *energi $\times$ tid*, dvs. ML^2T^{-1} . Så, hvis vi laver ansatsen:

$$a = tal \cdot c^\alpha \cdot k_B^\beta \cdot h^\gamma, \quad (1)$$

skal α , β og γ af dimensionsgrunde tilfredsstille:

$$\begin{aligned} ML^{-1}T^{-2}K^{-4} = \\ L^\alpha T^{-\alpha} \cdot M^\beta L^{2\beta} T^{-2\beta} K^{-\beta} \cdot M^\gamma L^{2\gamma} T^{-\gamma} \end{aligned} \quad (2)$$

for at (1) kan være en brugbar fremstilling af a , og da de fire ligninger med tre ubekendte: $1 = \beta + \gamma$ (for dimensionen M); $-1 = \alpha + 2\beta + 2\gamma$ (for dimensionen L); $-2 = -\alpha - 2\beta - \gamma$ (for dimensionen T) og $-4 = -\beta$ (for dimensionen K) netop har løsningen $\alpha = -3$; $\beta = 4$; $\gamma = -3$, er altså

$$a = tal \cdot k_B^4 / (hc)^3 \quad (3)$$

en mulig og den eneste mulige sammenhæng imellem a , c , k_B og h .

Kommentarer

1. Stefan- Boltzmanns lov blev fundet på eksperimentelt grundlag af Stefan i 1879 og teoretisk udledt af Boltzmann i 1884. Boltzmanns udledning tager udgangspunkt i, at strålingstrykket fra elektromagnetisk stråling i et hulrum ifølge elektrodynamikken er lig med en tredjedel af strålingens energitæthed. Ved almindelige termodynamiske beregninger på hulrummet som system og under antagelse af, at energitætheden u kun afhænger af den absolutte temperatur T og ikke af hulrumsvoluminet, findes da: $du/dT = 4u/T$. Hvoraf det kan konkluderes, at u er proportional med T^4 . Men ikke hvor stor proportionalitetskonstanten a er. Den lader sig først beregne teoretisk (i overensstemmelse med (3)) ved integration af Plancks strålingslov, da den foreligger.

Plancks strålingslov (indeholdende Plancks konstant) blev som bekendt først og fremmest fremstillet for at undgå "ultravioletkatastrofen" i den daværende teori for hulrumsstråling. Det er tankevækkende, at allerede dimensionsanalyse af Stefan-Boltzmanns lov kunne have vist, at et opbrud måtte være på vej. Stefan - Boltzmanns lov drejer sig om hulrumsstråling uanset form eller størrelse af hulrummene og uanset materialeegenskaberne af deres vægge. Konstanten a måtte derfor regnes for universel. Hvilket også stemte overens med de eksperimentelle erfaringer. Og når a er universel, må den nødvendigvis fremgå ved kombination af andre kendte universelle konstanter, hvor termodynamikkens k_B og elektrodynamikkens c er de eneste, der byder sig til i situationen. Og de lader sig som nævnt ikke kombinere til den rigtige dimension. Fænomenet må derfor nødvendigvis være underlagt en

yderligere teori med en yderligere universel naturkonstant, som sammen med k_B og c kan kombineres, således at kombinationen får dimension som a .

Om dimensionsovervejelser som disse har spillet nogen rolle for den faktiske historie, ved jeg ikke. Jeg tvivler. Opfattelsen af fysikkens ligninger som størrelsesligninger med den dertil hørende mulighed for dimensionsanalyse var ikke særlig udbredt heller blandt fysikere i slutningen af 1800-tallet.

2. Opgaven handler om energitætheden i hulrumsstråling. Interessen herfor har historisk knyttet sig til energistrømtætheden ud igennem et hul fra et hulrum (som model for strålingen fra et "sort legeme"). De to fremgår af hinanden ved at gange med lysets hastighed og en geometrisk bestemt talfaktor. Det er mit indtryk, at både formelen for energitætheden i hulrumsstråling og formelen for energistrømtætheden ud fra et hulrum går under betegnelsen Stefan-Boltzmanns lov. Derimod er a ikke det, der normalt kaldes Stefans konstant. Stefans konstant, σ , er proportionalitetskonstanten, når det drejer sig om udstråling. Dens afhængighed af h , k_B og c ses derfor af ligning (3) ved at gange med c .

3. Opgaven har tidligere sammen med de øvrige femten eksamensopgaver fra sommerekamen 1987 været trykt med kommentarer i Fysisk Tidsskrift **86**, 1988, No.1.

Breddeopgave 26. Mælkevejens centrum

Inden næste nummer af KVANT udkommer, kan læserne eventuelt overveje løsningen til denne eksamensopgave fra breddekurset på RUC (fra vinterekamen 2005, nr. 26 i rækken her i KVANT):

Ved at opmåle omløbstiden for de inderste stjerner i Mælkevejen som funktion af afstanden til centret for Mælkevejen har man kunnet konstatere tilstedeværelsen af en tilnærmelsesvis punktformig masse i centrum (et sort hul). Hvordan varierer omløbstiderne med afstanden? Hvordan ville sammenhængen have været, hvis massefordelingen havde været udsmyrt i den centrale del af Mælkevejen?

Løsning og kommentar bringes i næste nummer.



Jens Højgaard Jensen er lektor i fysik ved IMFUFA, RUC. Han er uddannet og har haft midlertidig ansættelse ved Københavns Universitet til 1972. Har siden deltaget i opbygningen af RUC, bl.a. som dekan for det naturvidenskabelige hovedområde og prorektor. Faglig hovedinteresse i de eksakte fags didaktik og videnskabsteori.



Naturvidenskabeligt grundforløb

I biologi, fysik, kemi og naturgeografi er viden og erkendelse en fortsat proces, hvor den etablerede viden hele tiden efterprøves eksperimentelt og i praksis. Eleverne skal have lov til at prøve det samme. Naturvidenskabeligt grundforløb lader eleverne selv forsøge at belyse udvalgte problemstillinger gennem eksperimenteren – for at give dem en forståelse af erkendelsens veje i naturvidenskab og de tankegange, der ligger bag naturvidenskab.

Bogen tager afsæt i læreplanen for det naturvidenskabelige grundforløb og inddrager erfaringer fra forfatternes egne tværfaglige pilotprojekter. Bogen indeholder en række selvstændige opslag, der kan anvendes uafhængigt af hinanden og i tilknytning til ethvert naturvidenskabeligt emne. Opbygningen er eksemplarisk med konkrete beskrivelser og mange eksempler og illustrationer.

Naturvidenskabeligt grundforløb

Af Hans Marker, Lars Andersen,
Carsten Ladegaard Pedersen
og Steffen Samsøe

99 sider, illustreret i farver, indbundet
Bestillingsnr. 9731000

139,00 uden moms

Indhold:

Naturvidenskabelig metode
Tilrettelæggelse af naturvidenskabelige undersøgelser
Udvalgte naturvidenskabelige metoder
Databehandling, -analyse og -fortolkning
Rapport – formidling af naturvidenskabelige undersøgelser
Laboratoriesikkerhed

Foreningsnyt – foredrag i efteråret

Foredragskalender

Dato	Tid	Foredragstitel	Foredragsholder	Forening
Sept.				
11/9	19.15	“Da Jorden kom i omdrejninger”	<i>Kurt Møller Pedersen</i>	AS (Kbh)
18/9	19.15	“Da Jorden kom i omdrejninger”	<i>Kurt Møller Pedersen</i>	AS (Årh)
18/9	19.30	“Isen fortæller historie”	<i>Dorthe Dahl-Jensen</i>	SNU
26/9	19.45	“Skeletter i Videnskabet – palæoantropologiens historie og formidling”	<i>Anne Katrine Gjerløff</i>	VHS
Okt.				
2/10	16.00	“Kønt forskerliv?? Forskeres vilkår i Danmark – med hovedvægt på køn og karriere”	<i>Kamma Langberg</i>	KIF
2/10	19.15	“Cosmic lighthouses and Expanding Horizons: How supernovae have expanded our knowledge and limited our view” (afholdes på engelsk)	<i>Tamara Davis</i>	AS (Kbh)
9/10	19.15	“Cosmic lighthouses and Expanding Horizons: How supernovae have expanded our knowledge and limited our view” (afholdes på engelsk)	<i>Tamara Davis</i>	AS (Årh)
9/10	19.30	“Dansk Naturvidenskabs Historie”	<i>Helge Kragh</i>	VS
9/10	19.30	“Støv i Universet” (samt legatuddeling)	<i>Anja C. Andersen</i>	SNU
23/10	19.15	“Religiøse og filosofiske konsekvenser af astronomiens udvikling fra middelalderen til ca. 1700”	<i>Jakob Danneskiold-Samsøe</i>	AS (Kbh)
26/10	19.30	“Renæssancens matematik”	<i>Tenna Schaldemose</i>	AS (Jels)
30/10	19.15	“Religiøse og filosofiske konsekvenser af astronomiens udvikling fra middelalderen til ca. 1700”	<i>Jakob Danneskiold-Samsøe</i>	AS (Årh)
30/10	19.30	“Virksomhedsbesøg Terma A/S i Herlev”		SNU
Nov.				
9/11	19.30	“Ole Rømer”	<i>Jakob Danneskiold-Samsøe</i>	AS (Jels)
13/11	19.15	“Fra Aristoteles til Newton: Naturvidenskabens udvikling fra den tidlige renæssance til det 17. århundrede”	<i>C. H. Koch</i>	AS (Kbh)
20/11	19.15	“Fra Aristoteles til Newton: Naturvidenskabens udvikling fra den tidlige renæssance til det 17. århundrede”	<i>C. H. Koch</i>	AS (Årh)
20/11	19.30	“Vand i og på jorden – moderne helikopterbårne pilekviste”	<i>Kurt Sørensen</i>	SNU
23/11	19.30	“En mission til asteroiderne”	<i>René Michelsen</i>	AS (Jels)
Dec.				
4/12	19.15	“Arven efter Kopernikus: Det uendelige univers”	<i>Helge Kragh</i>	AS (Kbh)
7/12	19.30	“Smelter isen i Polhavet?”	<i>Naja Mikkelsen</i>	AS (Jels)
11/12	19.15	“Arven efter Kopernikus: Det uendelige univers”	<i>Helge Kragh</i>	AS (Årh)
20/11	19.30	“Glastilstanden – den fjerde tilstandsform af stof under ikke-ekstreme omstændigheder”	<i>Jeppé Dyre</i>	SNU

Foredragene afholdes på følgende adresser:

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

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

AS (Jels): Orion Planetarium, Søvej 36, Jels, 6630 Rødding;

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

KIF: Kvinder I Fysik: Rockefeller komplekset lokale 305, Juliane Maries vej 30, 2100 Kbh Ø.;

VS = Videnskabernes Selskab, H.C. Andersens Boulevard 35, Kbh K (www.royalacademy.dk);

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

Astronomisk Selskab

Det astronomiske verdensbillede i renæssancen.

Astronomisk Selskab arrangerer i samarbejde med Tycho Brahe Planetarium og Folkeuniversitetet en række astronomiske foredrag under den fælles titel: Det astronomiske verdensbillede i renæssancen.

Renæssancen var en brydningstid for både kunst og kultur, og en tidsperiode, hvorfra meget af det tankegods, som vi nu tager for givet, udspringer: Det astronomiske verdensbillede forandrede sig og menneskets plads i kosmos bliver aldrig mere den samme. Danske Tycho Brahe spillede en hovedrolle i den proces der ledte fra Aristoteles' verdensbillede, til et nyt, kopernikansk univers, styret af Keplers og Newtons love. Vores nuværende verdensbillede, som beskrevet af den moderne kosmologi, har sit udgangspunkt i renæssancen, men er under stadig forandring, bl.a. gennem observationer af supernovaer, som Tycho Brahers egen "stella nova".

Forelæsningsrækken, markeret med 'AS (Kbh)' og 'AS (Årh)', er tilrettelagt af Torben Arentoft, Michael Linden-Vørnle og Bertil Dorch. Eventuelle ændringer af tid og sted vil blive annonceret i Knudepunktet. Der er gratis adgang for medlemmer af Astronomisk Selskab og Tycho Brahe Planetarium, tilmelding er ikke nødvendig.

Foredragene i Jels, markeret 'AS (Jels)', arrangeres af Orion Planetarium i samarbejde med Astronomisk Selskab og Folkeuniversitet i Rødding, Gram og Nr. Rangstrup.

Selskabet for Naturlærens Udbredelse

Foredragene i dette efterårs mødeprogram er markeret med 'SNU', og er beskrevet på SNUs hjemmeside, www.naturvidenskab.net. Tilmelding til virksomhedsbesøget den 30/10 kan ske til bente.egaa@uni-c.dk.

Dansk Geofysisk Forenings Rejselegat

Næste ansøgningsfrist 1. oktober 2006.

Målgruppe: 2.-dels geofysikstuderende ved KU og AU, som ønsker dækning af registreringsgebyr og rejseudgifter ved deltagelse i konferencer, møder, feltarbejde, udlandsophold eller lignende. **Støtte:** Op til 10.000 kr. årligt, der deles ud i flere portioner.

Ansøgning: Skal indeholde beskrivelse af formål, forventet budget, en kopi af bachelorbevis/karakterudskrift samt udtalelse fra vejleder eller lignende. Der skal efterfølgende afleveres en kort redegørelse.

Sendes til: Dansk Geofysisk Forening, Is og Klima, Niels Bohr Institutet, Juliane Maries Vej 30, 2100 København Ø.

Ungdommens Naturvidenskabelige Forening

UNF indleder deres sæsoner med en række gratis introduktionsforedrag. Derefter skal man være medlem for at høre foredragene.

UNF København afholder foredrag i Aud. 1 på H.C. Ørsted Instituttet, Universitetsparken 5, 2100 København Ø, tirsdage og torsdage kl. 19.00:

- 5/9 *Finansiering og forsikring – er det matematik?*
ved Mogens Steffensen
- 7/9 *Verdens mest mystiske mikrobe*
ved Niels Jørn Dalsgaard
- 12/9 *GPS og Galileo-systemet*
ved Kai Borre
- 19/9 *Rutschebaner og g-påvirkninger*
ved A.V. Andersen og Erik Both

Se nærmere information på www.kbh.unf.dk.

UNF Århus indleder med et jubilæumsarrangement tirsdag den 5/9 kl. 18.00:

- 5/9 *UNF Århus fejrer 10 års jubilæum*
ved Erik Meineche Schmidt

Herefter afholdes foredrag torsdage kl. 19.00 i Aud. F, Institut for Matematiske Fag, Ny Munkegade, bygn. 530, 8000 Århus C.

- 7/9 *Fugleinfluenza*
ved Per Höllsberg
- 14/9 *På olieagt i Nordsøen*
ved Johnny Hartvig Olsen
- 21/9 *Kunstig intelligens og robotter*
ved Kasper Støy

Se nærmere information på www.aarhus.unf.dk.

UNF Odense afholder foredrag i Aud. U46, Syddansk Universitet, Odense, torsdage kl. 19.15:

- 7/9 *Gensplejsning og etik*
ved Birger Lindberg Møller
- 14/9 *Hvordan flyver fly?*
ved Jan D. Johansson

Se nærmere information på www.odense.unf.dk.

UNF Aalborg afholder foredrag i Aud. B, Fibigerstræde 15, Aalborg Universitet, tirsdage kl. 19.00:

- 5/9 *Dolkhalen: Et levende fossil*
ved Tobias Wang og Peter Funch
- 12/9 *Den spejlvendte verden*
ved Karl Anker Jørgensen

Se nærmere information på www.aalborg.unf.dk.

Fysik for alle

■ Giver overblik

Spektrum - Fysik C giver et grundlæggende overblik over kernestoffet på C-niveau. Bogen er inddelt i fire hovedkapitler, som underbygges med et væld af illustrationer.

■ Progression i fremstillingen

De enkelte kapitler er skrevet med en betydelig grad af progression i fremstillingen, så de mest udfordrende dele kan tilbydes de særligt interesserede elever.

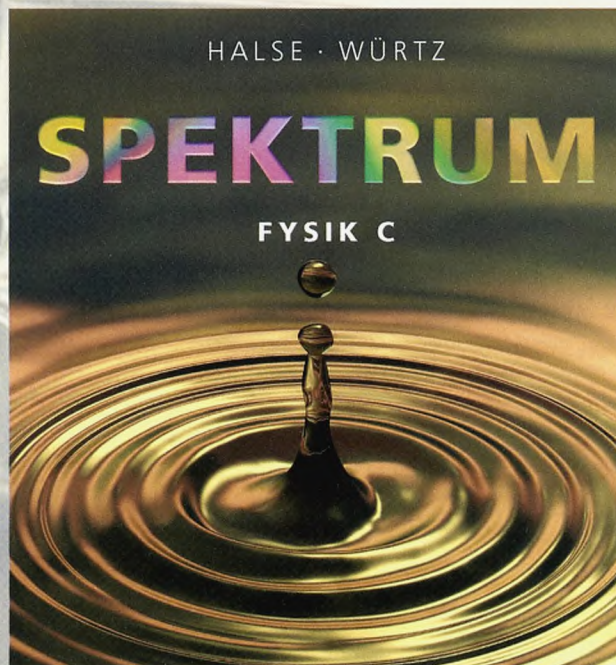
■ Projekter og tværfaglighed

Hvert kapitel slutter med forslag til arbejde med supplerende stof og til samarbejde med andre fag, især det naturvidenskabelige grundforløb og almen studieforbereelse. På www.spektrum.gyldendal.dk er der artikler til tværfaglige forløb m.m.

■ Inspireret af Galilei

I hvert kapitel er der øvelser, opgaver og diskussioner. Øvelserne er velegnet til fx gruppearbejde i timerne, mens opgaverne er lidt sværere og velegnede til hjemmearbejde. Diskussionerne, som er inspireret af Galileis diskussioner mellem to store verdenssystemer, er tænkte samtaler mellem elever med det formål at sætte begreber og tankemåder under lup.

Spektrum - Fysik C
Kr. 206,- ex moms



"...med en fornuftig vekslen mellem de mere utraditionelle afsnit og de mere traditionelle er der masser af stof til en spændende og anderledes undervisning."

Finns Christiansen om
Spektrum - Fysik C i Gymnasieskolen

Ja tak, send til gennemsyn i 30 dage

☐ Spektrum - Fysik C ☐ Spektrum - Fysik I ☐ Spektrum - Fysik II

NAVN

ADRESSE

INSTITUTION

POSTNR./BY

Gyldendal • Klareboderne 5 • 1001 Kbh. K. Bestil også på tlf. 33 75 55 60 • fax 33 75 57 22
eller køb direkte på www.gyldendal.dk/uddannelse og få 4% online-rabat!



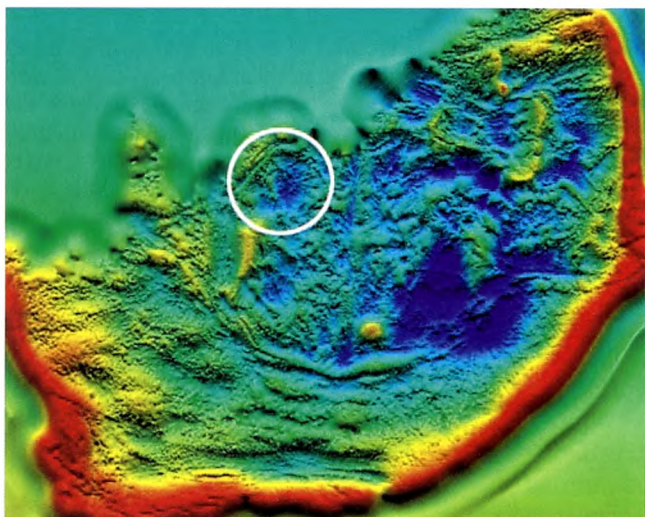
GYLDENDAL
- veje til viden

KVANT-nyheder

Af Sven Munk, KVANT.

Rester af asteroide fundet i Afrika

Asteroide-resterne er fundet i Morokweng meteorkrateret, som ligger i Kalahari-ørkenen. Med en diameter på 160 km anses det for verdens største meteorkrater. Det blev skabt ved, at en asteroide med et tværsnit på 5-10 km ramte Jordens overflade. Dette skete for 145 mill. år siden. Krateret er idag helt dækket af ørkensand, så der skal bruges særlig teknisk udrustning for at "se" det.



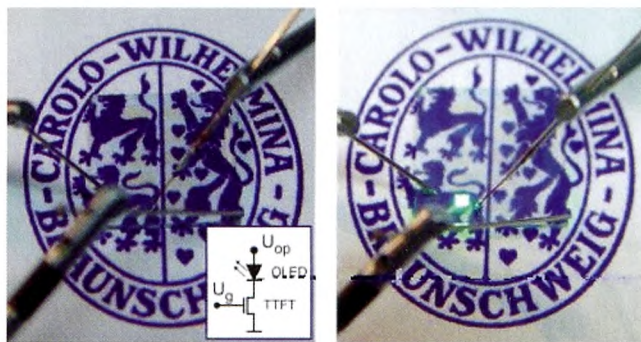
Billedet viser anomalier i gravitations-feltet. Den hvide cirkel angiver kraterets centrum og i grove træk størrelsen af asteroiden. Samme sted har forskere foretaget en boring ned til 800 meters dybde. Her fandt de til deres store overraskelse stykker af selve asteroiden, som ikke var fordampet. Det er således muligt at bestemme indholdet i en asteroide ved hjælp af kemiske og mineralogiske analyser. Denne opdagelse kan måske åbne et helt nyt forskningsfelt.



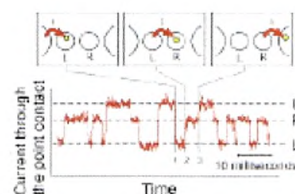
Kilde: Dr. Marco Andreoli, University of Witwatersrand og tidsskriftet Nature.

Gennemsigtige, lysende display

Et transparent display med lysende pixels må kunne appellere til fantasien. Thomas Riedl fra Institut for Hochfrequenztechnik på TU Braunschweig ved hvordan det kan laves. På billedets venstre del findes nederst en lille hvid boks med et par elektronik-symboler. Den lysende pixel udgøres af en OLED (organisk lysdiode) og det strømstyrende element er en felteffekttransistor (TTFT = transparent thin film transistor). Nu er det sådan, at en OLED kan laves gennemsigtig og det samme kan de lederbaner, som skal føre strømmen frem til hver enkelt pixel. Til det sidstnævnte bruges ledende transparente metaloxider, som f.eks. Indium-Tin-Oxid eller Zink-Oxid. Det helt nye er, at det også er muligt at lave selve transistoren transparent. I stedet for det sædvanlige Si bruges et 100 nm tykt lag af Zink-Tin-Oxid, som er en halvleder. Det oplyses, at den samlede lystransmission gennem et sådant display er 70 %. Hidtil er der opnået en lysudsendelse på 700 cd/m². Der arbejdes videre på projektet.



Billedet stammer fra: Arbeitsgruppe "Organische und Anorganische Laser", TU Braunschweig (dr. Riedl).



Elektrontæller

Bi-directional single-electron amperemeter er resultat af japanske forskeres indsats. Med dette grej er det muligt at måle atto-ampere, så den ultimative følsomhed er vel nået.

Ved at anvende 2 quantum dots, oplyser Toshimasa Fujisawa (NTT), kan elektronernes bevægelse i begge retninger registreres.

Billedet ovenfor viser øverst de to quantum dots (L og R) anbragt mellem de to kontakter (yderst). Desuden er det markeret hvordan elektronen bevæger sig fra venstre mod højre i tre trin. Nederst vises strømmen gennem punktkontakten. Det tidsmæssige forløb strækker sig over ca. 60 millisekunder. Forskerne har også demonstreret hvorledes metoden kan bruges til at måle strømmen igennem en en-elektron transistor.

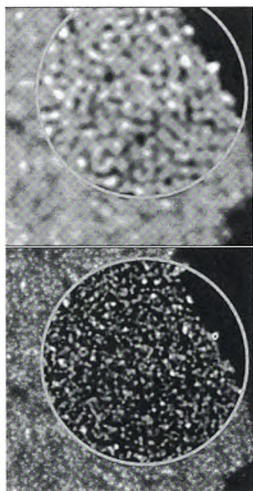
Kilde: "Science" 312, 1634.

Optisk Nanoskop

For forskere er der altid knyttet en særlig fascination til det at påvise, at det umulige faktisk er muligt. Det må også have været følelsen, da det både teoretisk og eksperimentelt lykkedes at opnå en optisk opløsningsevne på under 30 nm. Den klassiske grænse for at opløse strukturer anses for at være lysets halve bølgelængde (ca. 250 nm), så at omdøbe mikroskop til nanoskop synes berettiget.

Nøglen til at forstå den nye optiske metode finder man i titlen på en artikel, som blev offentliggjort i 1994 i Opt. Lett.: "Breaking the diffraction resolution limit by stimulated emission". Af dette fremgår, at det, man vil iagttage, skal være fluorescerende. Efter omstændighederne vil dette være en ulempe eller en fordel.

I de forløbne år er metoden fortsat udviklet og ikke mindst biofysikere vil formentlig snart bruge metoden rutinemæssigt. Nu optræder metoden under akronymet STED (stimulated emission depletion).



Billedet viser en cellemembran oversået med det vigtige protein SNAP-25 (som lyser orange) optaget med et konventionelt mikroskop og et STED-instrument. Der kan ikke herske tvivl om, at der er betydelig forskel i opløsningsevnen.

Kilde: Mere om metoden: www.mpiibpc.mpg.de/groups/hell/STED.htm. Prof. Dr. Stefan Hell har her samlet en masse stof om metoden, og har desuden produceret billedet.

Einsteins formel checket igen

Formlen $E = mc^2$ er kendt af alle – selv humanister. Der er utallige eksempler på anvendelsen af denne formel. Ved hvert forsøg får man et resultat, som synes at passe med formelen, så der er vel ingen, som anfægter den. Forskeren David Pritchard (MIT) satte sig imidlertid for gennem forsøg at bestemme formlens nøjagtighed. Til det formål benyttedes processen $\text{Si-29} \rightarrow \text{Si-28} + \text{gamma}$ + gammakvant. Masseforskellen mellem de to Silicium-isotoper skal svare til energien i gammakvantet. Ved at anbringe Si-atomerne i en Penning-fælde kan disse v.h.a. et elektrisk og magnetisk felt bringes til at foretage en cirkelbevægelse. Frekvensen af denne er bestemt af atomets masse. For at reducere usikkerheden i bestemmelsen blev målingen gentaget med Svovl-isotoperne S-33 og S-32. Energien af de udsendte gamma-kvanter blev bestemt ved at måle refleksionsvinklen, når strålingen rammer et "perfekt" krystalgitter. Resultatet af de udførte øvelser kunne forskerne udtrykke som en relativ usikkerhed på 0,000004.

Kilde: Nature, vol 438, p.1096.

Den frie forskning ... i Sverige

Beställningsjobb och köpt tystnad – är den fria forskningen hotad? Dette var overskriften i radioprogrammet "Kaliber" (SR P1) for nogen tid siden. (14. maj 2006).

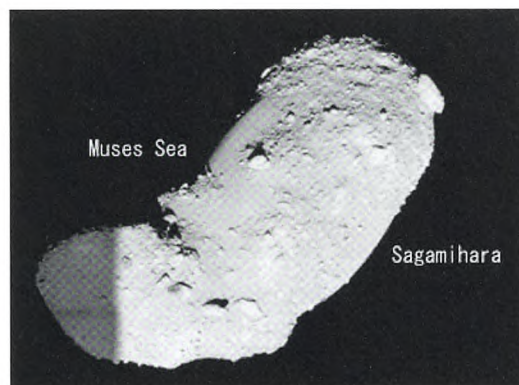
Medarbejderne bag "Kaliber" havde udarbejdet en række spørgsmål, som mere end 2000 svenske professorer besvarede. Bedømt ud fra programmet breder der sig en misstemning blandt professorerne og visionen om fri forskning synes stadig sværere at realisere.

En udskrift af udsendelsen blev fundet på www.sr.se, ved at søge på "P1" og "kaliber". Interesserede kan sikkert gentage processen.

Itokawa er en grusbunke

Den japanske rumsonde Hayabusa (Falken) har nu været i nærkontakt med den såkaldte småplanet Itokawa. Det lykkedes at få taget en lille prøve af Itokawa, som man håber på kan bringes tilbage til Jorden, men denne del af projektet er usikker.

Itokawa, som måler omkring $550 \times 300 \times 200$ meter (vægt: 3-5 mia. kg), ser ud til at bestå af klippestykker af varierende størrelse – nærmest en bunke skærver. Forskerne har været lidt optaget af, at man ikke på Hayabusas tur omkring Itokawa har fundet antydning af meteorkraterer. Det hænger formentlig sammen med Itokawas "porøse" struktur – og ikke fordi den har undgået at blive ramt af kometer eller asteroider.



På basis af billederne fra sonden, skønner man, at de største sammenhængende klippestykker måler omkring 50 meter. Forskerne har også fundet lidt struktur på Itokawa, som de syntes burde navngives. Projektet gennemføres af den japanske rumfartsorganisation JAXA.

Non-volatil MRAM hukommelse

Som supplement til de kendte EEPROM-hukommelseskredse er der de seneste år arbejdet på udviklingen af MRAM-kredse (Magnetoresistive Random Access Memory). Data lag-res ved at ompolarisere mikroskopiske magneter, som den integrerede kreds er forsynet med.

Det amerikanske firma Freescale har nu startet en serieproduktion af 4 Mbit-hukommelseskredse. Så vidt vides er også andre halvlederfirmaer aktive på dette felt.

Kilde: Vil man vide mere om den interessante fysik, som gemmer sig bag betegnelsen MRAM, kan man finde et "white paper" (MRAMWP.pdf) på internet-siten <http://www.freescale.com>.

Udforskningen af de indre planeter

Ib Lundgaard Rasmussen, Danmarks Nationale Rumcenter

Efter nogle års pause bliver de indre planeter, Merkur og Venus, igen udforsket ved brug af rumsonder. Det er blandt andet de to europæiske sonder, Venus Express og BepiColombo, der vil give os ny viden om disse kloder. Hvad prøver man at finde ud af?

En er ankommet, én er på vej og én er ved at blive bygget. Det drejer sig om de rumsonder, der benyttes til udforskningen af de indre planeter, Venus og Merkur. Den europæiske sonde Venus Express er netop gået i kredsløb omkring Venus, den amerikanske sonde Messenger har netop passeret Jorden på vej mod Merkur, der nås 2011, og et europæisk-japansk consortium er i færd med at bygge BepiColombo, en sonde, der vil placere to observatorier i kredsløb omkring Merkur år 2019.

Forventningerne til de nye resultater, sonderne vil frembringe, er, at de vil revolutionere vor viden om de indre planeter på samme måde som de tidligere sonder, der vendte op og ned på vore ideer om disse planeter. Før rumalderen troede man, at Merkur var så tæt på Solen, at planeten havde bunden rotation, at den altid vendte samme side mod Solen. Man regnede derfor med, at det varmeste sted i Solsystemet var midt på den side af Merkur, der pegede mod Solen. Nu ved vi, at Merkur roterer tre gange for hver to omløb, således at alle steder på planeten gennemløber store temperaturvariationer i løbet af en Merkurdag, som i øvrigt varer to Merkurår.

Man regnede også med, at Venus var noget varmere end Jorden, dog kun tyve til tredive grader varmere, at den var fugtig på grund af de mange skyer, ofte forestillede man sig sumpe med store krybdyr, der svømmede rundt i tussmørket. Da sonderne begyndte at trænge ned gennem den tætte atmosfære, viste det sig, at virkeligheden var helt anderledes. Venus er det varmeste sted i Solsystemet med en overfladetemperatur på mere end 450 grader Celcius. Den tætte atmosfære er et supereffektivt drivhus, der holder på varmen. Atmosfæren består hovedsagelig af kultveilte. Fra at blive sammenlignet med Jorden på et tidligere udviklingstrin (kultiden), blev Venus nu et billede på, den skæbne der venter os her på Jorden, når vort drivhus løber løbsk.

De kommende undersøgelser af Merkur

For tredive år siden passeredes den inderste planet af den eneste rumsonde, Mariner 10, der har observeret Merkur på tæt hold. Tre forbiflyvninger resulterede i, at man fik fotograferet lidt under halvdelen af Merkurs overflade og konstateret, at Merkur har et globalt magnetisk dipolfelt i modsætning til Mars, Månen og Venus.

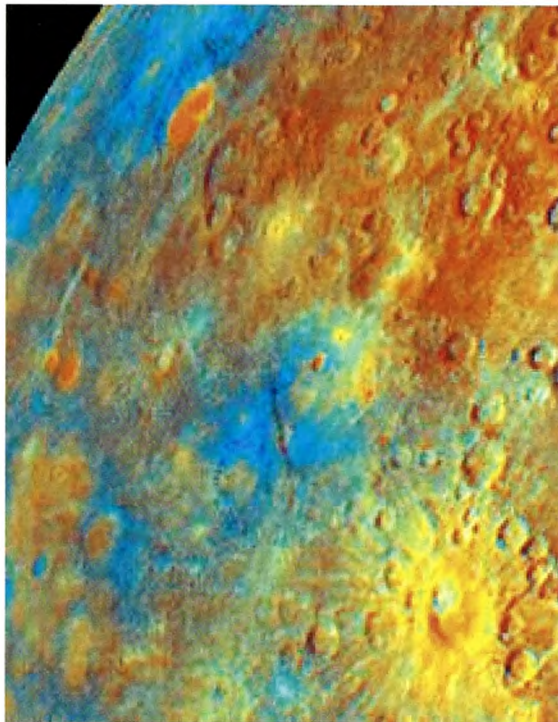
Magnetfeltstyrken på overfladen af Merkur er dog kun en hundrededel af feltstyrken på Jorden og kan derfor ikke altid beskytte planetens overflade mod de energirige partikler fra Solvinden. Til gengæld kan studier af variationerne i magnetfeltet give informationer om den indre struktur af Merkur. Hvor meget af feltet kommer fra en jernkerne? Og hvor meget skyldes lokale magnetfelter i overfladen?



Figur 1. Billedet viser Merkurs største nedslagskrater, Caloris bassinet (til venstre i billedet). Dette nedslag svarer til de største nedslag på Månen. (NASA/JPL)

For at foretage den totale kortlægning af både Merkurs overflade og magnetosfære bliver alle tre sonder placeret i polære baner, så man dækker hele planeten. Det betyder, at sonderne baner hælder mere end 80 grader i forhold til planetens ækvator. De tre sonder skal kredse om Merkur i mere end et Jordår. Det betyder, at alle dele af overfladen og alle dele af magnetfeltet vil blive undersøgt flere gange. Grundstofsammensætningen af overfladen vil blive bestemt dels ved spektroskopi, i visuelle, infrarøde og ultraviolette

bølgelængder, og dels ved at bestemme sammensætningen af den tynde atmosfære, der omgiver Merkur. Denne atmosfære består af atomer, der er slået løs fra overfladen af solvinden. Derudover vil overfladen blive analyseret ved brug af neutron-, røntgen- og gamma spektroskopi.



Figur 2. En del af Merkurs overflade. Dette farvebillede antyder, hvilke resultater man kan forvente, når de nye sonder begynder at observere Merkurs overflade i mange bølgelængder. Det lyse område nederst til højre er friskt materiale fra et nedslagskrater. De klare røde områder er primitivt skorpemateriale. De blå områder er rige på titanium. (NASA/JPL/North Western University)

Detaljerede analyser af de tre sonders baner vil give fingerpeg om massefordelingen i Merkurs indre og forhåbentlig bevirke, at planetens dannelseshistorie bliver klarlagt. Merkur er den planet, der har den største massefylde. Det skyldes, at den har en stor jernkerne, en kerne der er forholdsvis langt større end Jordens. Dette forhold kan forklares på tre måder:

1) Merkur er dannet tæt på Solen af materiale med en anden, tungere sammensætning end de andre stenplaneter. Hvis Merkur er dannet af det samme materiale som de andre planeter, så 2) har Solen senere fået de ydre lettere lag til at fordampe, eller 3) et stort nedslag har fjernet det meste af kappen og skorpen.

I de to sidste teorier er det ikke kernen, der er for stor, men kappen og skorpen der er for lille. De fleste forskere hælder til den sidste teori om et voldsomt sammenstød mellem Merkur og en stor asteroide. Forhåbentlig vil den kommende detaljerede udforskning af Merkur afklare dette spørgsmål.

De igangværende undersøgelser af Venus

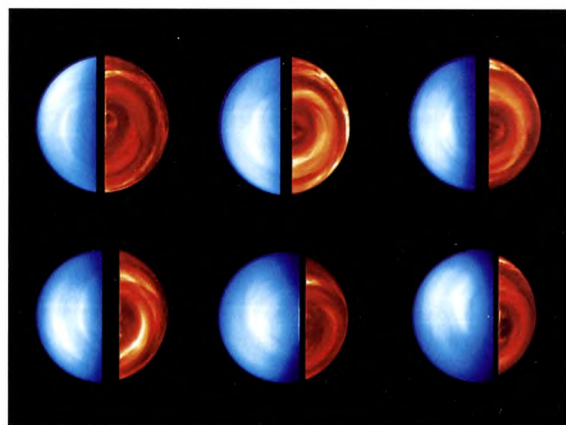
De tidligere studier af Venus har været koncentreret om at få et overblik over overfladen af planeten. Den tykke,

uigennemsigtige atmosfære – trykket på overfladen er 90 gange større end på Jorden – har forhindret visuelle observationer af planeten. Overfladen er derfor blevet kortlagt gennem radarmålinger. Disse har vist, at overfladen på Venus er forholdsvis ung, kun omkring 500 millioner år gammel. Alderen er bestemt ved at tælle hvor mange nedslagskratere, der findes på de forskellige dele af overfladen. Tællingerne har vist, at en global vulkansk aktivitet har omdannet hele overfladen på en gang. Et af de store ubesvarede spørgsmål er derfor, om der stadig er vulkansk aktivitet på Venus.

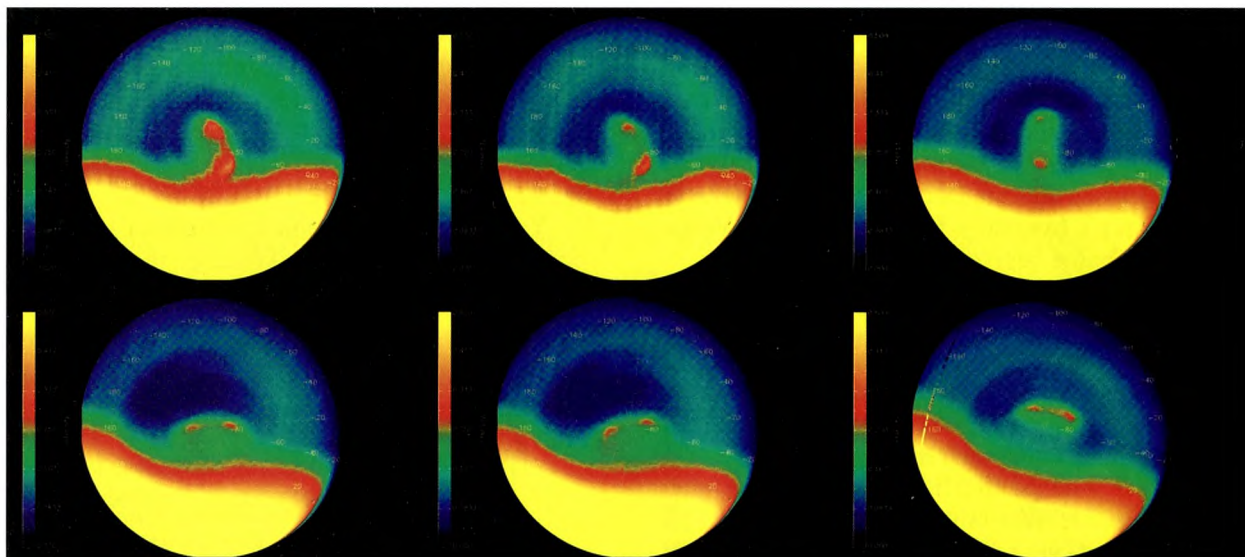
Venus Express vil blive benyttet til at besvare dette og andre uafklarede spørgsmål gennem et detaljeret studium af den tætte atmosfære. Lokale variationer i atmosfærens kemiske sammensætning kan være tegn på aktivitet på overfladen. Desuden kan lokale variationer i overfladetemperaturen være tegn på aktivitet. Desværre fungerer et af de instrumenter, PFS, the Planetary Fourier Spectrometer, der skal tage del i disse undersøgelser, ikke i øjeblikket. Man prøver at opnå de samme informationer fra et andet instrument, VIRTIS, the Ultraviolet/Visible/Near-Infrared Spectrometer.

Hvirvelvinde på Venus

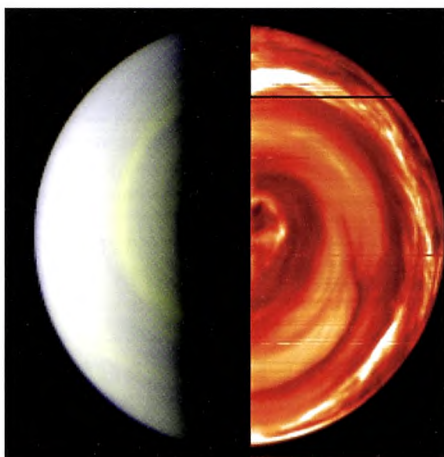
Ud over at studere den kemiske sammensætning af atmosfæren prøver man også at klarlægge de dynamiske bevægelser. Man søger en forklaring på, at der er næsten vindstille tæt på overfladen, medens der er meget kraftige vinde i de øvre atmosfærelag. Den øvre atmosfære bevæger sig rundt om planeten i løbet af tre-fire jorddøgn i en samlet bevægelse, hvor opstigende luft i de ækvatorielle områder bevæger sig hele vejen op eller ned til polerne, i modsætning til på Jorden hvor disse nord-syd bevægelser er opdelt i flere bælter, med vindstille (calmebælter) og passatvinde.



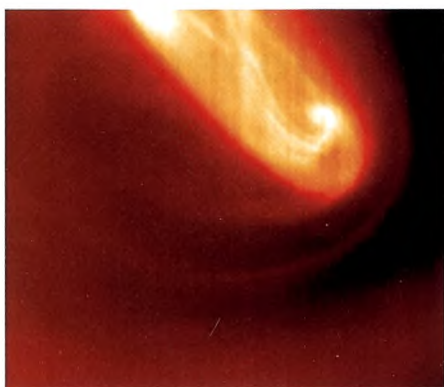
Figur 3. Disse seks kloder er Venus set af Venus Express under indflyvningen til den endelige bane. Den blå halvdel er dagsiden set i ultraviolet lys, medens den røde halvdel er natsiden set i infrarødt lys. Begge halvdele er set fra sydpolen. Dagsiden viser refleksioner fra oversiden af det tætte skylag, der ligger i ca. 60 kilometers højde. Natsiden demonstrerer, at man ved brug af infrarødt lys kan se igennem skylaget. De lyse striber er termisk stråling fra dybereliggende områder (måske overfladen af planeten) på steder, hvor skylaget er gennemsigtigt. (ESA)



Figur 4. Seks billeder af sydpolen på Venus. Man ser tydeligt hvirvlen med to øjne. Billederne er optaget i infrarødt lys med en bølgelængde på 5 mikron med brug af VIRTIS instrumentet under indflyvningen mod Venus. (ESA)



Figur 5. Dette billede viser hvirvlen på sydpolen. Til venstre er det dagsiden til højre natsiden, der er afbildet. Det infrarøde billede til højre viser mange detaljer i det tykke skytag, der ligger i ca. 60 kilometers højde. De lyse områder er varmestråling fra underliggende, varmere lag, der trænger gennem skytaget. Billedet er optaget med VIRTIS instrumentet ved en bølgelængde på 1,7 micron. (ESA)



Figur 6. Dette billede viser detaljer i hvirvlen på sydpolen af Venus. Man ser tydeligt dobbelt øje strukturen. Billedet er optaget, efter at Venus Express er kommet i bane om planeten. Det viser hvilken detaljerigdom vi kan forvente os i de fortsatte undersøgelser. (ESA)

Disse globale vindmønstre bevirker at der dannes nogle store, kraftige hvirvler ved polerne på Venus. Venus Express har optaget de første detaljerede billeder af disse hvirvler. Man har herved opdaget, at hvirvlen på sydpolen er dobbelt, med en meget kompliceret struktur. Optagelser ved forskellige infrarøde bølgelængder tillader forskerne at undersøge strukturen i forskellige højder i atmosfæren. Man finder, at hvirvlerne varierer voldsomt i struktur ned igennem luftlagene. Så store er variationerne, at vidste man ikke, at det var samme struktur, kunne man let tro, at det var forskellige fænomener, man så afbildet.

Vand i Venusatmosfæren

Samtidigt med eftersøgningen af aktivitet på overfladen prøver man også at finde ud af, hvor meget vand der er i atmosfæren på Venus. De foreløbige resultater tyder på, at indholdet af vanddamp i atmosfæren svarer til, at Venus ville være dækket af et hav på nogle få centimeters tykkelse, hvis vanddampen blev fortættet til flydende vand. Da man regner med, at Venus har modtaget de samme mængder vand som Jorden, er spørgsmålet så: Hvor er vandet blevet af? Ved at studere forholdet mellem brint og deuterium i vanddampen, håber man at kunne identificere de mekanismer, der har fjernet vandet fra Venus.

Viser det sig, at der tidligere har været betydelige mængder af vand på Venus, åbner det for en interessant forklaring på den globale omdannelse af overfladen for 500 millioner år siden. På Jorden spiller vandet en vigtig rolle for pladetektonikken, den mekanisme, der forklarer, hvorledes kontinentpladerne bevæger sig og støder sammen. Når to plader støder sammen, presses den ene plade ofte ned i Jordens dybere lag, den glider ind under den anden plade. Vandet fungerer som blødgøringsmiddel og smøremiddel i denne proces. Hvis der har været vand på Venus, åbner det mulighe-

den for, at denne planet også har haft pladetektonik. Når temperaturen stiger, og vandet fordamper, kan pladerne ikke mere glide mod hinanden, overfladebevægelserne går i stå, og spændingerne i overfladen vokser, indtil de udløses i en globalt dækkende serie af nogenlunde samtidige vulkanske udbrud. Der er derfor stor interesse for at finde tegn på, hvorledes forholdene var på Venus før denne voldsomme begivenhed.

Mulighed for liv?

Hvis der har været flydende vand på Venus, er spørgsmålet, om der også har været liv. Det virker umiddelbart umuligt, at der skulle findes liv på et sted uden vand og med temperaturer, der kan smelte bly. Det er da heller ikke på overfladen af Venus, at man overvejer muligt liv, men højt oppe i atmosfæren. På toppen af de tætte skyer i omkring 30 kilometers højde er temperaturen omkring 60-70 grader, og det er også her at vanddampen er tættest. Nogle forskere mener derfor, at her kunne mikroorganismer overleve. Man bygger det blandt andet på, at atmosfæren indeholder carbonylsulfid, der på Jorden produceres af biologiske processer. Desuden finder man både hydrogensulfid og svovldioxid. Disse to gasser reagerer med hinanden og findes derfor normalt ikke sammen, med mindre de produceres på stedet. Ydermere mangler der kulilte i atmosfæren, et stof der let produceres af sollyset og lyn. Noget fjerner dette stof. Det kunne være mikroorganismer. Venus Express har dog fundet spor af både ilt og kulilte i den øvre atmosfære. Detaljerede undersøgelser er nødvendige, før man kan afgøre, om mængderne er mindre, end hvad man kunne forvente.

Disse spekulationer er foreløbig meget usikre. Det er imidlertid en forudsætning, at der tidligere har været flydende vand på Venus. Mikroorganismer kan muligvis overleve i vanddråber i atmosfæren, men det virker usandsynligt, at livet skulle være startet her. Livets oprindelse kræver større mængder af flydende vand, så de nødvendige kemiske processer kan finde sted. Det er dog indlysende, at disse spekulationer har øget interessen for at finde ud af vandets historie på Venus. Ultraviolette optagelser af atmosfæren har påvist nogle områder hvor der er kraftig absorption af sollyset. Også her spekuleres over forbindelsen til muligt liv. Den ultraviolette stråling kunne fungere som energikilde for eventuelle mikroorganismer i disse områder. På Venus skulle livet altså hente næring i den ultraviolette stråling i modsætning til på Jorden, hvor livet må beskytte sig mod denne stråling. Dette betyder, at livet på Venus kun kan være primitive encellede organismer, som de der fandtes på Jorden, inden ozonlaget blokerede for den ultraviolette stråling.

Som disse og mange andre resultater viser, er der for alvor igen kommet gang i udforskningen af Venus. I modsætning til missionerne til de ydre planeter, hvor billeder umiddelbart kunne formidle nye spændende

opdagelser, så kræver undersøgelserne af Venus' atmosfære langvarige målinger efterfulgt af komplicerede analyser og tolkninger af resultaterne. Meget tyder på, at det vil være værd at vente på de resultater, som forhåbentlig vil komme i en lind strøm i de kommende år.

Yderligere information kan findes i [1], som er en populærvidenskabelig beskrivelse, mens [2] giver en videnskabelig oversigt.

Litteratur

- [1] Ib Lundgaard Rasmussen (2005), Politikens bog om Solsystemet, Politikens forlag.
- [2] S. W. Bougher, D. M. Hunten og R. J. Philips red. (1997), Venus II, University of Arizona Press.



Ib Lundgaard Rasmussen er ansat som seniorrådgiver på Danmarks Nationale Rumcenter. Han har medvirket til konstruktion og opsendelse af satelliteksperimenter til studiet af Universet i infrarød og røntgenstråling, undersøgt sammensætningen af den kosmiske partikelstråling og deltager i øjeblikket i planlægningen af et eksperiment på den Internationale Rumstation til studiet af forbindelsen mellem tordenvejr og ionosfæren. Han er derudover deltager i studiet af astrobiologi.

PFEIFFER VACUUM

NYHED

**Een og samme vacuumpumpe
fra 1000 til 10⁻⁵ mbar**

**OnTool™
Booster**

Ring for yderligere information

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

LHC vs. Standardmodellen

Af Troels C. Petersen, Niels Bohr Institutet.

Standardmodellen har siden sin fødsel i starten af 1970'erne fejret utallige triumfer. Efter 20 års eksperimenter står den ubesejret tilbage, kun plaget af sine egen ufuldstændighed, der varsler nye partikler/fænomener rundt om hjørnet. Ved CERN er den længe ventede Large Hadron Collider (LHC) og de tilhørende eksperimenter ved at være færdiggjort, og forude venter jagten på den nye fysik, der kan indeholde alt fra hemmeligheden bag mørkt stof til ekstra dimensioner.

Standardmodellen i problemer

Standardmodellen har de sidste 20 år været partikelfysikkens bedste teori til at beskrive Universets byggestene og de kræfter der virker mellem dem. Men til trods for dens enorme succes, så har den nogle alvorlige mangler. For eksempel tillader Standardmodellen ikke, at partikler har masse, med mindre der eksisterer den såkaldte Higgs-partikel, og denne er ikke observeret... endnu!

Ved høje energier giver Standardmodellen også u-fysiske forudsigelser, så som sandsynligheder over 100 %. Dette synes kun at kunne undgås ved at introducere nye partikler med masser omkring en størrelsesorden større end dem vi kan producere nu. Desuden kan man fra kosmologiske observationer deducere, at 96 % af Universet *ikke* er lavet af stof som vi kender det, og altså ikke passer ind i Standardmodellen. Sidst men ikke mindst omfatter Standardmodellen ikke tyngdekraften.

Af disse og mange andre grunde kan Standardmodellen ikke være det endelige svar, og derfor er man på jagt efter Standardmodellens udbygning eller efterfølger.

Partikelfysikere har et had-kærlighedsforhold til Standardmodellen! På den ene side, så er det jo fantastisk at have en smuk, præcis og veltestet model for den verden man lever i, men da Standardmodellen ikke kan være den endelige sandhed, så ønsker man også at finde ud af, i hvilken retning Universet har valgt at gå derefter. Can't live with it, can't live without it.

En svag duft af ny fysik

Næsten lige siden bekræftelsen af Standardmodellens forudsigelse af W - og Z -bosonerne i starten af 1980'erne¹, har partikelfysikere tænkt over, diskuteret, planlagt, beskrevet, designet, konstrueret, testet, analyseret, redesignet, bygget i stor skala, og testet igen efterfølgerne til disse eksperimenter.

¹ Det kan tilføjes, at denne opdagelse var en enorm sejr både for Standardmodellen men også for CERN, hvis accelerator muliggjorde opdagelsen og fik den hurtigst tildelte nobelpris nogensinde.

I det mellemliggende årti (1990'erne) lavede man forsøg ved CERNs Large Electron and Positron collider (LEP) og Fermilabs Tevatron. Mens Fermilab fandt den sidste brik i puslespillet, nemlig top-quarken, så lavede LEP nogle utroligt præcise målinger, og begge steder lå resultaterne på dydens/Standardmodellens smalle vej uden en eneste afvigelse.

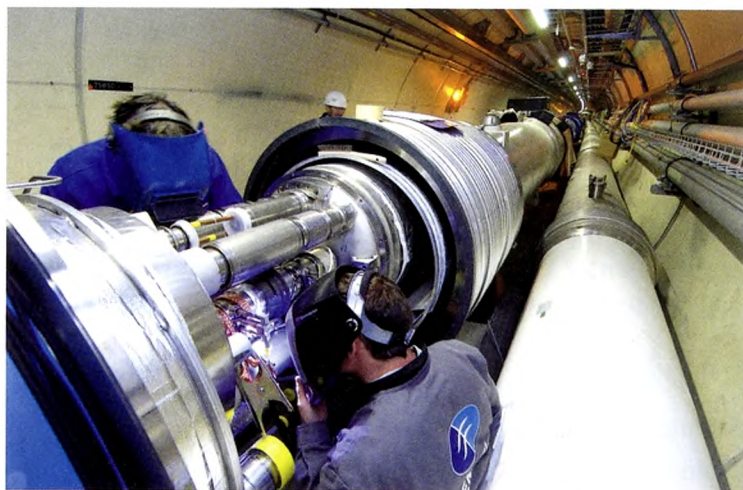
Men ved at kombinere resultaterne kunne man forudsige, at opdagelserne er lige om hjørnet, ikke mindst problemet med partiklers masse. Det problem kan nemlig løses, hvis man antager at der eksisterer en såkaldt Higgs-partikel, der så at sige 'giver' masse til de øvrige partikler. LEP har allerede ekskluderet en Higgs-partikel der vejer mindre end 114 GeV, og indirekte målinger (af loop processer, hvortil Higgsen bidrager) viser, at hvis den eksisterer, så vejer den med 90 % sikkerhed mindre end 300 GeV, hvilket LHC vil kunne be- eller afkræfte. Hvis Higgsen *ikke* eksisterer, ja, så er det 'noget andet', som har samme effekt på de præcisionsmålinger, hvorfra man har en ide om Higgs-massen, og det 'andet' ligger også indenfor LHCs rækkevidde.

The Higgs boson will be discovered, whether it is there or not! [Chris Quigg]

Men selv om Higgsen eksisterer, så løser det kun et problem af mange, og derfor er der meget mere at søge efter, end blot Higgsen. "Når vi har fundet Higgsen, så vil vi ikke blot have en fest og så tage hjem. Vi *vil* have en fest, men vi går *ikke* hjem". Scenen synes lagt for nye eventyr hinsides Standardmodellen, hvad end det er supersymmetri, ekstra dimensioner eller noget helt tredje.

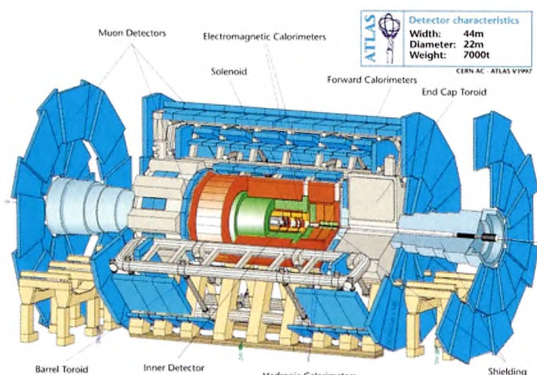
LHC – en ny æra i partikelfysik

Large Hadron Collider (LHC) er CERNs og (for den sags skyld) verdens flagskib hvad angår accelerators. Den vil kolliderer et hidtil uset antal protoner accelereret over 7.000.000.000.000 Volt (dvs. ved 7 TeV), og dermed zoome en faktor 10 dybere ind i stoffets hemmeligheder end (nogensinde tidligere) hidtil.



Figur 1. Et udsnit af LHC, der installeres i CERNs 27 km lange tunnel. Hele acceleratoren består af 2000 superledende magneter. I det fjerne skimtes gangens krumning.

LHC er blevet installeret i den 27 kilometer lange tunnel, som LEP førhen lå i (se figur 1). For LEP var ringens størrelse dikteret af, at elektroner pga. deres lave masse mister energi (i form af synkrotronstråling), når de accelereres, mens det for LHC er et spørgsmål om at holde protonerne i deres bane. Selv 2000 specialdesignede superledende magneter kan ikke holde protoner ved mere end 7 TeV i deres bane.

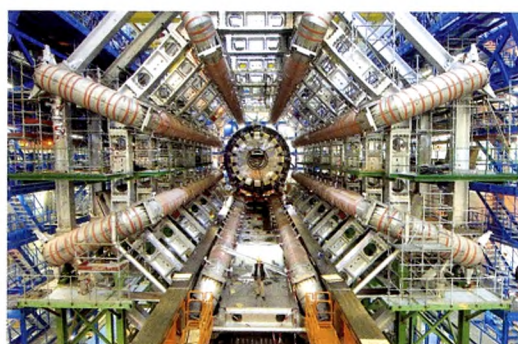


Figur 2. ATLAS-detektoren i snit. Nedenfor ses i grønt en 'standard fysiker' som reference.

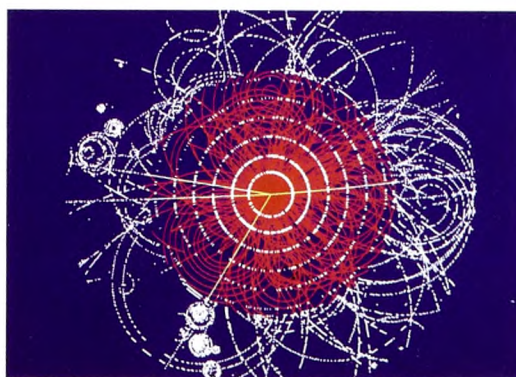
Sideløbende med LHCs konstruktion har omkring 5000 partikelfysikere fra hele verden arbejdet på at få dektorerne til de fire planlagte eksperimenter færdige. Der er to store generelle detektorer, ATLAS og CMS, og to mere specialiserede detektorer, LHCb (til studiet af B -mesoner og CP-brud) og ALICE (til målinger af tungsionskollisioner).

I jagten på nye fænomener er ATLAS og CMS de virkelige spillere.

Detektorernes størrelse og kompleksitet er på kant med almindelig fatteevne! Den cylinderformede ATLAS-detektor er væsentlig større end Rundetårn, og gør virkelig mennesker små (se figurene 2 og 3).



Figur 3. ATLAS-detektoren, da de otte yderste kæmpemagneter var blevet installeret. Bemærk manden i forgrunden.



Figur 4. Illustration af en Higgs-begivenhed i det indre af ATLAS-detektoren. De fire markerede rette linier viser de fire leptoner, som Higgs'en henfaldt til, mens alle de andre spor er andre partikler fra kollisionen.

Det er en ingeniørmæssig kæmpeudfordring at få de forskellige detektordele placeret med 10-100 mikrometers præcision. Det presser elektronik og dataopsamling til deres teknologiers yderste, at skulle monitorere 100.000.000 kanaler 40.000.000 gange i sekundet

15.000.000 sekunder om året (dvs. $6 \cdot 10^{22}$ kanaludlæsninger), og udlæse den rigtige 1/1.000.000 af de begivenheder der kommer. Det kræver visionær brug af computere og netværk at få alle disse data rekonstrueret.

Sidst men ikke mindst tester det fysikernes evner ud i analyse, at få resultater ud af det virvar af tusinder af partikler fra op til 25 samtidige proton-proton kollisioner (se figur 4).

Men tingene er ved at tage form ved CERN, og efter mange års ventetid kan man mærke hvordan stemningen stiger og stiger. Detektorerne har nu været gennem testbeam, og for første gang har man testet, at de simuleringer man har betragtet i årevis holder stik, og at eksperimenter rent faktisk vil kunne opdage, hvad der end måtte være i vente.

Niels Bohr Institutet er med i ATLAS-eksperimentet, og deltager i både designet og afprøvning af elektronik samt simuleringen og kalibreringen af den yderste trackingdetektor, der samtidig kan identificere elektroner.

Det er som et tankeeksperiment, der snart ikke længere blot findes i tankerne men også i virkeligheden, og vi står ikke blot som tilskuere men som skuespillere midt i det store stykke om udforskningen af Universets mindste dele og dets naturlove.

Om Universet deler vores forestillinger om det, får vi at se i anmeldelserne efter LHCs opstart næste år. Standardmodellens mangeårige standhaftighed må i sidste ende nok ende med overgivelse. Og efter 25 års venten, glæder vi os til det.



Troels C. Petersen er PostDoc på Niels Bohr Institutet, og er tilknyttet ATLAS eksperimentet. Han arbejder med identifikation af elektroner og en præcisionsmåling af W-massen, som er den vigtigste brik i den indirekte måling af Higgsmassen. Til januar starter han som fellow på CERN.

Lad der være dværgplaneter!

Af John Rosendal Nielsen, Avedøre Gymnasium og KVANT-nyhedsredaktør.

– Og den Internationale Astronomiske Union (IAU) så, at det var godt. Så skete det! Diskussionen om planet definitionen fik sin afgørelse ved unionens generalforsamling, der blev afholdt fra den 14. til 25. august.

Hvis man slår op i en ordbog under planet kan man læse, at en planet er “et stort himmellegeme som kredser om en stjerne. ...” [1]. Dette er ikke en særlig klar definition på en planet, og grunden hertil er at begrebet planet kommer fra den græske oldtid, hvor det betyder den omflakkende eller den vandrende i modsætning til fiksstjernerne (der tilsyneladende ikke flytter sig i forhold til hinanden). Med brugen af kikkert til observationer af nattehimmelen blev det dog hurtigt klart, at der var mange flere objekter end blot de planeter, som

man kunne se med det blotte øje – dvs. Merkur, Venus, Mars, Jupiter og Saturn. Der blev opdaget yderligere planet såsom Uranus og Neptun samt mange måner, asteroider, m.m. Og så var der lige Pluto.

Planet-nekrolog over Pluto

Ud fra baneberegninger med Newtons mekaniske fysik for Neptun og Uranus havde man fundet uregelmæssigheder, der blev tolket som muligheden for en yderligere planet i Solsystemet.



Figur 1. Øverst ses de 8 klassiske planeter og nederst de foreløbige tre dværgplaneter. Tegning: IAU/Martin Kornmesser.

Dette resulterede i efter flere års søgen til, at Clyde Tombaugh fandt Pluto i 1930. Lige fra opdagelsen af Pluto har Plutos planetstatus været omdiskuteret. Himmelleget havde en stærkt elliptisk bane, der medførte, at Pluto nogle gange var tættere på Solen end Neptun, og dens bane lå ikke helt i Solsystemets plan. Et andet problem var, at Pluto var langt mindre end forudsagt af beregningerne, og det hjalp heller ikke, at den ikke blev fundet, hvor beregningerne havde forudsagt at planeten skulle være. Da Voyager-sonden senere passerede Neptun, fik man en mere præcis bestemmelse af Neptuns masse, hvilket betød, at uoverensstemmelserne i baneberegningerne forsvandt.

Til forsvar for Pluto som planet kan man påpege, at den har en rimelig rund form, og den har måner. Det har endda vist sig, at den har mindst tre måner [3]. Den største, Charon, er relativt stor i forhold til Pluto – næsten halvt så stor som Pluto, hvilket gjorde, at man overvejede at gøre systemet til et dobbeltplanetsystem.

Resolution 5

Da man opdagede himmelleget, 2003 UB₃₁₃, startede hele diskussionen om Plutos planetstatus [4]. UB₃₁₃ var lidt større end Pluto og havde (mindst) én måne, hvilket gjorde, at UB₃₁₃ var sammenlignelig med Pluto. Spørgsmålene begyndte at hobe sig op: Skulle UB₃₁₃ så også være en planet? Hvor skulle man sætte grænsen for en planet? Man kunne nemt forestille sig, at der ville blive opdaget rigtig mange små planetlignende objekter, der måske også havde måner.

IAU nedsatte et ekspertpanel, der skulle komme frem til et forslag til en definition af en planet. Efter to års debat i dette panel kom man frem til følgende forslag, der blev kendt som resolution 5 (der senere blev til resolution 5a): En planet er et himmelleget, der (a) har tilstrækkelig masse og tyngdekraft til, at det kan antage en hydrostatisk ligevægts form (sagt på dansk – en rund form) og (b) er i omløb omkring en stjerne – men ikke er en stjerne eller en måne.

Denne definition betød en kraftig forøgelse af antallet af planeter i Solsystemet. Udover Pluto og otte klassiske planeter ville Plutos måne Charon, asteroiden Ceres og UB₃₁₃ også få planetstatus. Hele tolv planeter! Og der var flere i vente! Mon ikke der var mange astronomer, der fik kaffen galt i halsen, da e-mailen kom kl. 8 om morgenen den 15. august. Var man parat til en planetkategori med 12, 20 eller måske 30 planeter alene i vores eget solsystem?

Reaktionen lod ikke vente på sig. Nogle dage senere kunne man i aviserne læse, at forslaget havde sat sindene i kog blandt astronomer på kongressen i Prag. Resultatet blev, at der blev stillet en resolution 5b, som tilføjede betegnelsen "klassisk" til navnet for de otte planeter – Merkur, Venus, Jorden, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus og Neptun. Derudover blev der, i resolution 6, defineret en ny kategori af himmellegeter, der blev kendt som dværgplaneter.

Pluto som prototypen for dværgplaneter

I resolution 6 tilføjes et ekstra punkt til definitionen på en planet. Denne tilføjelse kan man nærmest beskrive som en opdeling af flinke planeter, der har ryddet op efter sig omkring deres baner, og uartige dværgplaneter, der ikke har ryddet op omkring deres baner omkring Solen. Både Pluto og UB₃₁₃ har deres baner omkring Solen i Kuiper-bæltet, hvor der er fundet mindst 500 andre Kuiperbælte-objekter. Ceres ligger i Asteroidbæltet mellem Mars og Jupiter og er én blandt 20.000 andre asteroider. Derfor bliver de i fremtiden betegnet dværgplaneter.

Der vil komme flere dværgplaneter til, og Pluto er nu standarden for dværgplaneterne. Lige nu har Ceres, Pluto og UB₃₁₃ opnået status som dværgplaneter, men der er for øjeblikket omkring et dusin kandidater til at blive dværgplaneter. Opfylder himmelleget de opstillede krav og dermed ligner Pluto, så vil kandidaten blive kategoriseret som en dværgplanet. Dette betyder et øget behov for en yderligere udforskning af Pluto, hvilket NASAs sonde *New Horizons* skal råde bod på ved at passere Pluto i midten af juli 2015 [3].



Figur 2. Verdens førende astronomer ved IAU's kongres i Prag stemmer om planetdefinitionen. Foto Lars Holm Nielsen.

Resultatet af afstemningen ved kongressen blev, at man indførte denne nye kategori. Ekspertpanelet måtte have følt det lidt underligt, at deres forslag, som de havde brugt to år til at nå frem til, blev forkastet af et forslag, der blev udarbejdet på kort tid under kongressen. Men nu skulle man så mene, at denne planetdiskussion skulle være afsluttet. Men, nej! Knap nok var kongressen afsluttet, før der blev talt om kup, og førende astronomer ved bl.a. NASA angreb den nye planetdefinition for ikke at være præcis nok. Det er ikke kun rationelle argumenter, der præger diskussionen. Mon ikke, når det hele kommer lidt på afstand, man kommer til en rimelig afgørelse, der ligger tæt op af afstemningsresultatet fra IAU's kongres. Pluto blev som planet 76 år.

Litteratur

- [1] Politikens Elektroniske Nudanske ordbog med etymologi.
- [2] Ib Lundgaard Rasmussen (2005), Politikens bog om Solsystemet, Politikens forlag.
- [3] Kvant-nyheder nr. 1 2006.
- [4] Kvant-nyheder nr. 4 2005, Kvant-nyheder nr. 2 2006.

Debat om fysikundervisningen på universiteterne

Af Anja C. Andersen, Dark Cosmology Centre, Niels Bohr Institutet, Københavns Universitet, Ivan Stensgaard, Institut for Fysik og Astronomi, Aarhus Universitet og Henrik Bruus, Danmarks Tekniske Universitet.

Den 21. april 2006, afholdt Dansk Fysisk Selskab og Niels Bohr Institutet debatmøde om "Hvordan skal Fysik undervisningen på universiteterne tilrettelægges, så faget fysik overlever?". Debatten tog afsæt i problemerne med studie gennemførelse og rekruttering: På nogle af universiteterne har fysikstudiet svære kår med uacceptable dumperprocenter, specielt på første år, mens man på andre universiteter har pæn tilgang og god studie gennemførelse. Hvordan skal universiteterne håndtere fysik og sikre den nødvendige rekruttering til det danske samfund fremover? Hvilke krav stiller det til førstedelsundervisningen, og kan faget fysik klare de krav, der vil følge med regeringens globaliseringsplaner for Danmark? Der var tre oplægsholdere, som repræsenterede universiteter med fysikuddannelser. Indlæggen er redigeret sammen herunder og kan læses i deres originale form på DFS' hjemmeside (<http://www.dfs.nbi.dk/>).

Hvordan kan NBI øge rekrutteringen og dermed (forhåbentlig) STÅ-produktionen?

Af Anja C. Andersen, Københavns Universitet

NBI rekrutteringsudvalg

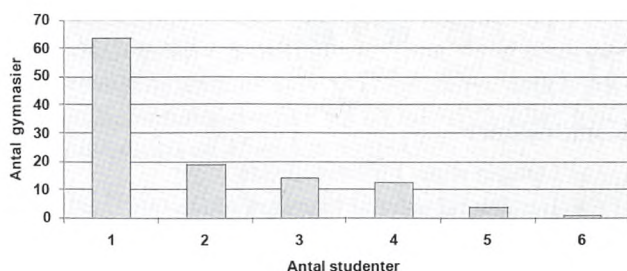
I perioden 12. december 2005 til 1 marts 2006, bestod Niels Bohr Institutets rekrutteringsudvalg af følgende: Anja C. Andersen (formand), Peter Hansen, Erik Johnson og Malte Olsen – alle lektorer; Mikkel Schoud Nielsen og Jakob Stenfalk – begge studerende og Mikkel Rønne – leder af Ungdomslaboratoriet.

Udvalget har set på følgende spørgsmål:

- Hvor kommer NBI studenter fra?
- Hvordan får vi kontakt med dem inden de vælger studium?
- Hvordan kommer vi i kontakt med fysiklærerne i gymnasiet og HTX?
- Hvordan forbedrer vi vores web-side?
- Hvordan kan vi bruge U-lab og andre undervisningsaktiviteter?

Hvor kommer NBIs studenter fra?

Fra 2003-05 har NBI fået 222 studenter fra 115 gymnasier (info mangler fra 78 studenter). Rekrutteringen fra gymnasierne viser en meget spredt fordeling, idet flest gymnasier kun sender en enkelt student.



Hvor kommer NBIs studenter ikke fra?

I samme periode (2003-05) var der 11 gymnasier i nærområdet, hvor NBI ikke havde fået studenter fra.

Der var 27 studenterkurser – incl. VUC og HF, hvor NBI ikke fik studenter fra. NBI får generelt meget få studenter fra HTX.

Hvordan får vi kontakt med fysiklærerne i gymnasiet og HTX?

- Aktiv kontinuert kontakt til gymnasielærerne og HTX-lærerne.
- Ekstra indsats mod HTX – de får ikke den normale info via MLFK-bladet.
- Bedre tilbud om brug af U-lab, store skriftlige opgaver og projektarbejder.
- Nogle årlige tilbud med foredrag om "hotte" emner.
- E-mail adressebank til lærerne med NBI-nyheder, foredrag og andre aktiviteter.

Hvordan får vi kontakt med studenterne inden de vælger studium?

- Laver en overskuelig, let genvej via vores hjemmeside til relevant studieinformation.
- Informerer løbende om, at vi ikke har arbejdsløshed og at vi giver uddannelse til en bred vifte af jobs.
- Informerer om at faget er internationalt – lokker med muligheder for studieophold i udlandet.
- Fortæller nogle gode "case stories".
- Får vores studenter til at besøge gymnasierne for at fortælle om fysik og fysikstudiet.

Kan fysik gøres mere relevant?

Der arbejdes med forskellige initiativer: Organisering af erhvervspraktik for skoleelever – skal organiseres godt med faste tidspunkter og faste programmer; Nye studie-tiltag – f.eks. fysik-sundhed; Fortælle om verdenen hvad man kan blive som fysiker. Andre forslag ønskes!

Erfaringer med ny studiereform startet efterår 2003

Af Ivan Stensgaard, Aarhus Universitet

Studiereform 2003

Med start i efteråret 2003 indførte Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Aarhus Universitet en ny studiereform der indebar en række forandringer. Der er nu 4 'kvarterer', i stedet for 2 semestre, med evaluering imellem. Der er optag på enkeltfag (fysik, kemi, matematik,...) i modsætning til de tidligere to-fagsuddannelser. Den faglige bredde i studiet sikres gennem valg af fagpakker. Endelig er der en klarere opdeling i den 3-årige bachelor- og 2-årige kandidatuddannelse.

Derudover blev der på institutniveau indført nogle andre "nye" tiltag: Stamlokaler til førsteårsstuderende, lektiecafe for førsteårsstuderende fredag eftermiddag (med kage!) samt gennemførelse af undervisningsmiljøvurdering fra 2005.

Bacheloruddannelsen i fysik 2005

Fysikbacheloruddannelsens opbygning fremgår af nedenstående skemaer. Øverst den "almindelige" fysikretning (hvor fysik-kurserne markeret med *) typisk er: Kerne- og Partikelfysik samt Astrofysik). Nederst: Studieretning Astronomi.

Almindelig Fysik

3. år	Fagpakke 2	Bachelorprojekt	Faststoffysik
		Fysik-kursus*)	Statistisk fysik
		Fysik-kursus*)	Atom- og molekylfysik
2. år	Fagpakke 1	Vektoranalyse	Kvantemekanik
		Fourieranalyse	Eksp. fys. og vid.teori
		Lineær algebra	Moderne fysik
1. år	Fagpakke 1	Calculus 2	Bølger og optik
		Calculus 1	Elektromagnetisme
		Numerisk fysik	Mekanik og termodyn.
		Relativitetsteori	Indledende mekanik

Astronomi

3. år	Fagpakke 2	Bachelorprojekt	Faststoffysik
		Fysik-kursus	Statistisk fysik
		Kerne- og partikelfysik	Eksp. fys. og vid.teori
2. år	Fagpakke 1	Relativistisk astrofysik	Atom- og molekylfysik
		Observationelle værkt.	Kvantemekanik
		Galakser	Eksp. fys. og vid.teori
1. år	Fagpakke 1	Stjerner	Moderne fysik
		Kosmologi	Bølger og optik
		Introdukt. til astronomi	Elektromagnetisme
		Calculus 2	Mekanik og termodyn.
		Calculus 1	Indledende mekanik

Emnerne markeret med en ramme nederst til højre gennemgås i løbet af de første 5 kvarterer i næsten fuldt omfang efter en amerikansk lærebog¹. Dette har medført en reduktion i pensum i mekanik (ingen analytisk mekanik) og i den del af elektrodynamikken, der er obligatorisk på bacheloruddannelsen.

¹ Sears and Zemansky: "University Physics – with modern physics", Young & Freedman

Genemførselsprocenter

Tabellen viser, hvor mange procent af en årgang der efter en given studietid har bestået en given procentdel af det normerede ECTS omfang (60 ECTS per år).

Årgang	2003		2004		2005
Indtag	46		52		61
Studietid	1 år	2 år	1 år	1½ år	½ år
100%	61	52	58	27*)	70
[75%-100%]	74	59	63	48	77
[50% - 75%]	9	11	8	10	13
[0% - 50%]	13	2	12	8	0
Udmeldt + studieskift - tilgang	4	28	17	35	10

*) Skyldes kursus i vektoranalyse

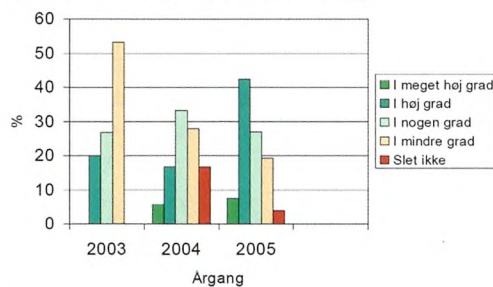
Undervisningsmiljøvurdering

Et centralt spørgsmål i undervisningsmiljøvurdering 2005 var: Synes du dit studium er interessant?

Tabellen herunder viser hvordan svarene fordelte sig for de studerende på studieetningen fysik (og astronomi):

Svarmulighed	Procent
I meget høj grad	ca. 62 %
I høj grad	ca. 34 %
I nogen grad	ca. 4 %
I mindre grad	0 %
Slet ikke	0 %

Hvad mener de studerende om kvartersmodellen? I foråret 2006 blev der foretaget en grundig statistisk undersøgelse, hvis resultater endnu ikke er færdigbehandlet. Et centralt spørgsmål var: Bidrager organisationen af undervisningen i kvarterer til at skabe et godt læringsmiljø? Diagrammet herunder viser hvordan svarene fra de tre årgange fordelte sig.



Konklusioner

- Optaget stiger tilfredsstillende
- Beståelsesgraden er tilfredsstillende
- De studerende giver udtryk for tilfredshed med studiet, men tilfredsheden med kvartersmodellen synes at falde gennem studiet!
- Frafaldet har været for stort, især for 2004 årgangen, også blandt de dygtige! (Skyldes IKKE, at niveauet er for lavt!)

Fysik og Nanoteknologi på Danmarks Tekniske Universitet

Af Henrik Bruus, på vegne af COM, FYS og MIC, Danmarks Tekniske Universitet

Fysik og Nanoteknologi på DTU

DTU er et monofakultært universitet for det teknisk-naturvidenskabelige område. "Fysik og Nanoteknologi" er én blandt 13 bachelorlinjer på DTU.

Rekruttering og kontakt til gymnasieskolen

- *Den årlige fysiklærerdag* (starten af nov.). I 2004 var temaet "Fysik og nanoteknologi" med 64 deltagere. Formiddag: 6 oversigtsforedrag. Eftermiddag: 2 øvelser valgt blandt 6 mulige. I 2005 var temaet "Fysik fra biosiden" med 38 deltagere. Formiddag: 6 oversigtsforedrag. Eftermiddag: 2 øvelser valgt blandt 4 mulige.
- *Gymnasieklassebesøg i Nanoteket*. Ca. 20 klasser pr. skoleår (siden ultimo 2004).
- *Den Danske Fysikolympiade*. MIC og FYS er aktive. Fra 300 deltagere i indledende runde, til træning af de 5 finalister, som skal til den internationale olympiade.

Optagelseskrav og studentertal

På linjen "Teknisk Fysik", der eksisterede fra 1992-2003, var frafaldet det 1. år ca. 33 %. De nye linjer er bedre i stand til at fastholde de studerende.

8,0 i snit	DTU generelt	Fysik og Nanotek
Matematik	A-niveau	A-niveau
Fysik	B-niveau	A-niveau
Kemi	C-niveau	C-niveau

Studenter	2004-05	2005-06
Ansøgere	64 (kvalificerede)	90 (kvalificerede)
Optagne	64	70
Beståede	48 (mekanik)	58 (mekanik)
	47 (fysik/nano)	62 (fysik/nano)

Kursuseksempel – Fysik og Nanoteknologi

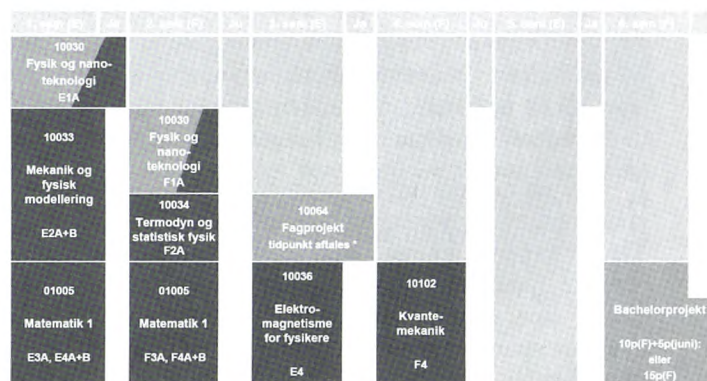
Kursus 10030 Fysik og Nanoteknologi på 15 ECTS på 1. studieår indeholder følgende emner: Carbon Nanotubes (sept.), Lysledere (okt.), Magnetisme og hard-disk nanoteknologi (nov.), Måleteknisk forløb (jan.), Hydrodynamik og lab-on-a-chip teknologi (feb.), Halvleder nanostrukturer (mar.) og Nanopartiklers elektronstruktur (apr.). Hvert emne indeholder laoratorie/computer-øvelser på COM, FYS eller MIC, og afsluttes med en 15-siders rapport.

Fysik og Nanoteknologi – de fire fagtyper

Uddannelsen "Bachelor of science i Fysik og Nanoteknologi" indeholder fire typer fag: Naturvidenskabelige grundfag og Teknologiske liniefag (vist herunder), samt Projekter/almene fag og Valgfrie fag. Mængden af valgfrie fag stiger igennem uddannelsen (se studieplanen).

Naturvidenskabelige grundfag:	
01005 Matematik 1	17.5p
Ekstra matematik i forbindelse med 01005	2.5p
10033 Mekanik og fysisk modellering	5p/10p
10034 Termodynamik og statistisk fysik	5p
26027 Grundlæggende kemi	5p
10036 Elektromagnetisme for fysikere	5p/10p
SUM:	40p
Diskret matematik og databaser (01017) Matematik 2 (01035), Sandsynlighedsregning (02405), Statistik (02402), Indl. fysisk kemi (26202), Biovidenskab (27002) (5p hver)	
	Vælg 5p af disse
Teknologiske liniefag:	
10030 Fysik og Nanoteknologi	5p/15p
10033 Mekanik og fysisk modellering	5p/10p
10036 Elektromagnetisme for fysikere	5p/10p
10102 Kvantemekanik	10p
SUM:	25p
10300 Nanoskala materialefysik (10p)	
10370 Optik og fotonik (10p)	
10345 Kompl. systemer og kaos (5p)	Vælg 20p af disse
10347 Biofysik (5p)	
34031 Anvendt matematik for fysikere (5p)	

Fysik og Nanoteknologi – studieplan



Fysik og Nanoteknologi – frafald kun ca. 10 %

Frafaldet på kun ca. 10 % kan skyldes flere forhold:

- God information til og kontakt med gymnasiet
- Fastholder det grundlæggende fysikfag (80 %), men studenterne møder aktive forskningsmiljøer og kommende vejledere allerede fra første semester
- Projektarbejder ude i forskningslaboratorierne fra andet semester (20 %) [3-ugerskurser, fagprojekt, og bachelorprojekt]
- Frontforskning og anvendt teknologi vises fra dag ét
- God tutor-ordning med ældre studerende.

Hvordan bliver man fysiklærer anno 2006?

– erfaringer fra pædagogikum og fagdidaktisk kursus i fysik

Af Michael Cramer Andersen, Christianshavns Gymnasium.

Hvis man vil ansættes som fysiklærer i gymnasiet, skal man udover den faglige uddannelse gennemgå et pædagogikumforløb, dvs. man er ansat i en uddannelsesstilling i 1-2 år. Her bliver man mødt af et væld af nye pædagogiske begreber og teorier som man ikke anede eksisterede. Hvad er det man lærer på de almenpædagogiske kurser og kurset i fysikfagdidaktik? Hvordan er det at undervise i fysik?

Hvorfor skal alle undervises i fysik?

Man er ofte dårlig til at sætte spørgsmålstejn ved sit eget fag. Men hvorfor skal så mange elever i det hele taget undervises i faget fysik (eller naturvidenskab generelt)? Der er 4 hovedargumenter:

- **Økonomi:** Naturvidenskab gavner samfundets og den enkeltes økonomi – chancer for gode jobs.
- **Nytteverdi:** Naturvidenskaben bag højteknologien, som øger vores levestandard, genkendes ikke af mange. Men er teknologien udelukkende god?
- **Demokrati:** For at kunne indgå i en kvalificeret politisk debat.
- **Kultur:** Naturvidenskab er noget kultur, som folk bør have! Viden om hvordan man bedriver naturvidenskab og validerer argumenter.

Der er næppe tvivl om, at fysik er et nyttigt fag, men også et krævende fag, der skræmmer nogle elever. De fleste elever kunne f.eks. aldrig drømme om selv at studere fysik. En fysiklærer kan derfor sjældent bare bruge sine egne erfaringer som model for, "hvorfor fysik er spændende" eller "hvordan man lærer fysik". Man har så at sige et handicap, idet man selv er en af 'nørderne', der fortsatte med fysikken også efter gymnasiet. Man må således møde eleverne hvor de er og afdække deres forudsætninger og interesser.

Forskellige karriereveje

Da jeg selv gik i gymnasiet havde jeg ingen planer om at undervise senere. Men efterhånden som man tilegner sig mere og mere stof opstår der naturligt en lyst til at dele sin viden med andre – enten gennem formidling eller undervisning og det kan give lidt indtægter under studiet. Mange fysikere drømmer om en forskerkarriere. Det stiller store krav om kort studietid og skyhøje karakterer og karrieren bagefter er præget af konkurrence og midlertidige ansættelser på skift i forskellige lande. Så kan det være lidt svært at stifte hjem og familie.

Fysiklærer i gymnasiet – de første år

Hvad går man ind til hvis man videreuddanner sig til gymnasielærer? Det er en god idé først at prøve

at undervise i gymnasiet som årsvikar. Selvom det er lidt hårdt at blive kastet ud i det, er det også rart at prøve nogle ting af på egen hånd og begå nogle af de elementære fejl, uden at der er nogen der kritiserer én. Det giver straks lidt selvtillid når man finder ud af, at der er *nogle* ting man godt kan klare selv. Selv uden pædagogikum kan man klare meget på det faglige grundlag. Men man kommer ofte til kort på det praktiske, almenpædagogiske område. Stoffet er sjældent svært sammenlignet med hvad man har lært på universitetet, men det *er* svært som uerfaren lærer, at kontrollere en klasse på næsten 30 elever, der i 1.g nærmest opfører sig som en sæk lopper.

Boks 1. Almenpædagogiske kurser.

Nogle hovedpunkter fra de almenpædagogiske kurser:

Almenpæd 1: Lærer-elevroller; Kommunikation; Undervisningens rum; Målformulering og stofudvælgelse; Sekvensering, taksonomier, progression; Klasserumsobservation.

Almenpæd 2: Principper for planlægning af forløb: bl.a. i relation til uddannelsens overordnede mål; Undervisningsprincipper og kompetenceudvikling; Samspillet mellem forskellige arbejdsformer; Nye undervisnings- og arbejdsformer; Forskellige former for lærerteamsamarbejde: bl.a. tværfagligt samarbejde; Projektarbejde; Evaluering; Teamsamarbejde; Nye eksamensformer; Pædagogisk selvportræt.

Almenpæd 3: Om gymnasiets overordnede formål; Almendannelse/dannelse; Læringsteorier; Arbejdsformer og didaktiske valg; Elevtyper.

Fagligt Samspil: Fag-sag, ny faglighed, samspilsmål; De tre hovedområder og deres erkendeformer; Centrale fagdidaktiske problemstillinger; Gruppearbejde om forløb i Almen Studieforbereelse og Naturvidenskabeligt Grundforløb.

Organisationskultur og skoleudvikling: Gymnasiet som professionsorganisation; Organisationskultur; Ministeriets styringsredskaber; Offentlige organisationer, modernisering og gymnasiet; Evaluering af skole og undervisning i organisationsperspektiv; Selveje som udfordring af en professionskultur; Teamet i organisationen – kollegialitet, ledelse og forandring; Organisationsudvikling og forandrede professionaliseringskrav.

Hvis man har fået lyst til at undervise, og godt vil lære de pædagogiske værktøjer, skal man søge en *uddannelsesstilling*. Her kommer man på en række almene pædagogiske kurser (se boks 1) og man får vejledning fra mere erfarne fysiklærere. Der er også en økonomisk motivation i at tage pædagogikum da det er nemmere at få fast ansættelse og det giver et løntillæg. Lønnen som løst ansat er ikke særlig imponerende og pædagogikumkandidater bliver heller ikke godt betalt.

Det kan faktisk være svært at få en af de eftertragtede uddannelsesstillinger. Der efterlyses jo flere fysiklærere, men kun hvis man har et andet *stort gymnasiefag*¹, står dørene åbne. Med et fag som astronomi, der i gymnasiet er et lille valgfag, er det lidt vanskeligere men ikke umuligt. Vi var 120 ét-årige pædagogikumkandidater på den seneste årgang 2005/06, der kom på skolebænken igen, og det var sjovt at møde en masse jævnaldrende fra sit eget fag og andre fag.

Fagdidaktisk kursus i fysik

På det fagdidaktiske kursus i fysik, der varede en uge, var vi 25 deltagere. Emnerne for kurset var bl.a. (et par temaer er uddybet nedenfor):

- Skriftligt arbejde i fysikundervisningen
- Fysik i folkeskolen
- Om eksperimentelt arbejde
- Fagets rammer – fra mål til evaluering
- Udformning af vejledninger til elevforsøg
- Længerevarende eksperimentelle forløb
- IT i fysikundervisningen
- Erfaringer med fysik efter reformen

Alle deltagere havde fået som hjemmeopgave at rette to udvalgte besvarelser fra sommerens skriftlige studentereksamen i fysik på højt niveau. I grupper diskuterede vi hvilken karakter de to besvarelser skulle have og stemte bagefter individuelt. Den ene lå på omkring 10 og den anden på omkring 7. Det var interessant at se spredningen i karakterer givet af hele holdet. Karaktergivning er altså ret subjektivt! Fagkonsulenten i fysik gav baggrundsviden for opgavernes tilblivelse og censorernes arbejde.

Fysik i folkeskolen

I de første år i folkeskolen (1.-6. kl.) har elevene "Natur og teknik". Efter nogle års 'indkøringsvanskeligheder', hvor det ikke havde høj prioritet at besætte faget med en fagligt kompetent lærer, ser det heldigvis ud til, at eleverne får større udbytte af dette fag. Herefter har eleverne tre års undervisning i det blandede fag "Fysik og kemi". De elever man møder i 1.g kan ikke klart skelne mellem disse to fag. De er ikke vant til så meget skriftligt arbejde og matematiske beregninger er ofte så sparsomme, at de ikke ser matematik som et helt nødvendigt værktøj i fysikken.

¹F.eks. matematik, dansk, historie, engelsk eller samfundsfag.

Afstanden mellem elevernes (manglende) abstrakte/matematiske forudsætninger og den nye gymnasiefysiklærer er endnu større, hvis læreren har arbejdet med et teoretisk speciale og måske ikke har arbejdet eksperimentelt siden gymnasiet. Det kan godt tage flere år før man begynder at eksperimentere selv.

IT i fysikundervisningen

Oplægget om "Fysik og IT" gav masser af idéer til at inddrage virtuelle eksperimenter, video og dataopsamling i undervisningen. I dag er det ikke nok med en bog, der kræves flere medier anvendt, men heldigvis findes meget på Internettet til fri afbenyttelse. Animationer, eller "applets", er en måde at inddrage helt aktuelle emner (f.eks. brintceller eller nanoteknologi), der ikke er beskrevet i bøger endnu, eller at lære fysikken uden at den drukner i kompliceret matematik. Mulighederne for at arbejde levende med fysik på Internettet er ganske overvældende. Man kan f.eks. se hvordan mange apparater virker – lige fra dampmaskinen til et STM-mikroskop. Eller man kan arbejde med virtuelle observationer i astronomi og videoanalyse i mekanik.

Eksperimentelt arbejde

I oplægget om "Eksperimentelt arbejde" blev demonstreret en række små "uforpligtende" forsøg. Flere undersøgelser har vist, at eleverne godt kan lide små forsøg, der er integreret i undervisningen og som støtter forståelsen af teorien, der gennemgås. Forsøgene skal helst være relateret til elevernes hverdag og de skal efterbehandles med nogle beregninger, så kontakten til teorien er tydelig. F.eks. bestemmelse af bølgelængden af laserlys vha. mini-lasere, der efterhånden fås så billigt, at en skole har råd til at mange elever kan få en at arbejde med. Det kræver dog også optiske gitre. Jo mere fysikken anvendes på ting, eleverne kender fra hverdagen, jo mere vedkommende bliver det.

Livet som gymnasielærer

Det er livsbekræftende at arbejde med unge mennesker. De er nysgerrige og det er dejligt, når man kan se at de får udbytte af undervisningen. Det er også stimulerende at arbejde sammen med en masse lærerkolleger, der er bidt af deres fag. Så må man heller ikke glemme, at på et gymnasium er der tradition for fest og farver.



Michael Cramer Andersen er cand. scient i astronomi og fysik og har taget pædagogikum i begge fag på Ordrup Gymnasium efter to år som årsvikar. Han er nu ansat på Christianshavns Gymnasium. De faglige interesser spænder over kosmologi, astrobiologi, videnskabshistorie og videnskabsformidling og han er redaktør af KVANT.

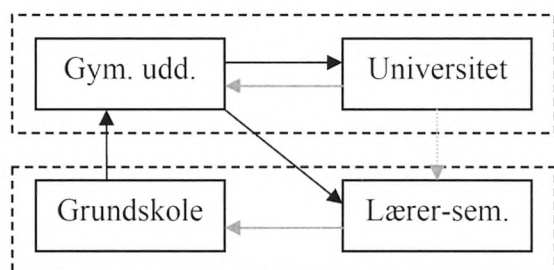
Hvordan bliver man fysiklærer anno 2008?

Af Carl Winsløw, Center for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet.

Gymnasiet har netop gennemgået en stor reform, og dets opgaver og målgruppe er under kraftig forandring. Men hvad med uddannelsen til gymnasielærere? Jo, her er der faktisk også forandringer på vej. I artiklen forsøger jeg at antyde hovedlinierne og sætte dem i perspektiv – med særlig henblik på det vigtige gymnasiefag fysik.

Læreruddannelse er et ret ømt punkt i det danske uddannelsessystem. For at ridse det kort op, som det ser ud nu og i en overskuelig fremtid: lærere til grundskolen (1.-10. klasse) uddannes på lærerseminariene (der nu indgår i CVU'er, snart HVU'er), mens lærere til gymnasiale uddannelser – som en stadig større andel af de unge tager en variant af – uddannes ved universiteterne. Der er ingen overgangsmuligheder mellem de to typer af læreruddannelse; har man den ene, må man stort set begynde forfra, hvis man vil have den anden.

De to læreruddannelser er da også nærmest diskjunkte i indhold: mens en grundskolelærer har en pædagogisk uddannelse med meget beskedne indslag af fire skolefag og deres didaktik, er gymnasielærerens uddannelse en akademisk uddannelse i ét eller (normalt) to videnskabsfag, efterfulgt af et teoretisk og praktisk pædagogikum med meget beskedne indslag af fagdidaktik. At eleverne oplever en skarp skillelinie i overgangen mellem grundskole og ungdomsuddannelse kan ikke undre i en situation, hvor læreruddannelsen finder sted i to "kulturer", der har meget begrænsede samspilsmuligheder. Illustrationen i figur 1 antyder denne opdeling.



Figur 1. To adskilte "undervisningskulturer" i det danske uddannelsessystem. De sorte pile betegner bevægelser af elever/studerende, de grå rekrutteringen af undervisere.

Der er som antydning ikke udsigt til, at denne situation – som efterhånden er ret enestående i den vestlige verden – bliver ændret foreløbig. Der er meget stærke institutionelle interesser i at fastholde opsplitningen. I denne artikel vil jeg da også koncentrere mig om de små, men dog betydningsfulde ændringer, der i de kommende år vil overgå gymnasielærerens primære uddannelse, med særlig henblik på fysik og de øvrige naturvidenskabelige fag. Til slut vil jeg opridske nogle mere vidtgående perspektiver.

Først lidt om forudsætningerne. Gymnasiet er ikke længere (kun) en forskole til universitetet; søgningen til de gymnasiale uddannelser har været støt stigende gennem de sidste mange år [1]. Der arbejdes aktuelt med planer [2] som indebærer, at 47 % af en ungdomsårgang skal gennemføre en gymnasial uddannelse i 2015 (mod 44 % i 2005). Tendensen er naturligvis velkendt, men læreruddannelserne (både til skole og gymnasium!) kan ikke siges at være fulgt med. Det er fortsat en udbredt opfattelse i skoleverdenen, at en grundskolelærer i fysik/kemi ikke behøver at være opdateret på hvad man lærer i de tilsvarende fag i gymnasiet – eller for den sags skyld selv have haft fysik på gymnasialt niveau. Og det er fortsat almindeligt at høre universitetslærere omtale gymnasielærerjobbet som en nødudgang for studerende, der ikke har talent eller held til at blive forskere. Pædagogikum tog man "for det tilfælde at alt gik galt", som en universitetsfysiker for nylig udtrykte det. Kort sagt: virkeligheden har ændret sig, men institutionerne er ikke fulgt med.

Rent administrativt er gymnasielærernes uddannelse ikke entydigt placeret. Universiteterne hører nemlig under Videnskabsministeriet, mens gymnasierne (og pædagogikum) tilhører Undervisningsministeriets ressort. Hvem skal så bestemme over lærernes primære uddannelse? Jo, der var indtil for nylig Undervisningsministeriets liste over emner, som man skulle have mødt i studiet for at få "gymnasiekompetence", og som i praksis svarede til hvad man med stor sikkerhed kunne finde i en til gymnasiefaget svarende bacheloruddannelse (tidligere første del). Dertil kom enkelte supplerende krav, i fysik kravet om et kursus i "undervisningsforsøg". I praksis kunne man ellers ikke se forskel på uddannelsen til fx atomfysiker (til og med kandidatgraden) og til gymnasielærer i fysik.

I marts 2005 lod Videnskabsministeriet så en mindre bombe springe, i al ubemærkethed. Det drejede sig om et "høringsforslag til retningslinier for universitetsuddannelser rettet mod undervisning i de gymnasiale uddannelser", med undertitlen "faglige mindstekrav". Uden for ministeriernes mure var braget nok til at overhøre, men der gik dog et lille års tid, før de endelige retningslinier [3] kom. Men nu er de her, og de vil præge universiteternes videre arbejde med sagen. Hvad siger de så om indholdet i den kommende fysiklærers uddannelse?

Der er ikke tale om en revolution. Indholdsmæssigt er der på visse punkter en genklang af den seneste gymnasireform, ikke mindst dens vægt på samspil mellem fagene. Det hører således til "bredestoffet" i fysik, at kandidaten skal have "grundlæggende kendskab til fysiks samspil med de øvrige naturvidenskabelige fag". Vi genfinder det klassiske krav om fysiske undervisningsforsøg i formuleringen "kandidaten skal beherske (*sic*) fysiske eksperimenter med henblik på gymnasial undervisning". Dertil kommer, for alle de naturvidenskabelige fag, "fagdidaktik og videnskabsteori" i et omfang af ca. 10 ECTS (1/6 årsværk). Videnskabsteori er allerede obligatorisk i bacheloruddannelserne, mens fagdidaktik normalt har været en valgmulighed, foruden som nævnt et mindre element i pædagogikum. Der er grund til at lægge mærke til, at fagdidaktik nu skal indgå i (og spille sammen med) selve kandidatstudiet. Det betyder at fagdidaktik bliver en (ganske vist lille) del af den forskningsbaserede faglighed, som i øvrigt – ligesom videnskabsteori – kan være med til at skabe sammenhæng i den samlede (normalt to-faglige) kandidatuddannelse.

Den politiske hovedpointe er nok, at den tidligere *sidefagssupplering* (som lå efter kandidatstudiet) nu lægges ind i selve kandidatstudiet, enten som et ekstra halvt årsværk (for kombinationer på tværs af fakulteter) eller ved et særligt kunstgreb. Det sidste består i, at hvis man læser et stort fag A og et lille fag B, begge naturvidenskabelige, så skal man have mindst 1 1/2 årsværk "rent" fag B, og dertil 1/2 årsværk som indgår i studiet af fag A men som kan "overføres" til fag B. Videnskabsteori og fagdidaktik indgår i dette halve årsværk, der altså er fælles for begge fag. Se fig. 2 for en illustration.

Pædagogikum	Fag B Suppl.
Fag B, 1 1/2 år	
Fag A ca. 3 1/2 år	

Pædagogikum	
Fag B 1 1/2 år	Fag A+B 1/2 år
Fag A ca. 3 år	

Figur 2. Overordnede sammensætning nu (tv) og anno 2008 (th).

Altså ret beskedne forandringer – men der er dog en signifikant bevægelse i retning af at erkende, at en bred gymnasial uddannelse kræver mere af lærerne end en solid basis i videnskabsfagene. Uddannelsen skal også rumme en egentlig *professionsretning*, der både hænger sammen med den videnskabsfaglige basis – og overskrider den (fx går på tværs af disciplinerne). I forhold til lærerprofessionens identitetsdannelse ligger der et vigtigt signal i, at beskæftigelsen med *undervisningsfagene* allerede indgår i den primære og forskningsbaserede uddannelse.

Hvilken viden kunne dette, ideelt set, indebære at fysiklæreren fik? Mit bud er at det drejer sig om mindst fire punkter, der overskrider et klassisk studium af videnskabsfaget:

- en *dybere* indsigt i "gymnasiefysik" og omegn, dvs. i emner som på universitetet ofte passeres med lynets hastighed i begyndelsen af studiet;
- en *bredere* indsigt i denne faglighed, herunder samspillet med andre fag, anvendelser mv.;
- viden om betingelserne (herunder forhindringer) for at elever tilegner sig fysikfaglig viden;
- viden om metoder til at omsætte de tre foregående former for viden til undervisning.

At allerede det første punkt langt fra er en selvfølge selv hos "avancerede" fysikstuderende, tyder mange videnskabelige undersøgelser på (se fx [4], [5], [6]; et mere uformelt eksempel er vist i fig. 3). Det gælder også, mere oplagt, de øvrige punkter. Det er i øvrigt afgørende at de nævnte former for viden ikke blot er baseret på personlige erfaringer, som kan være vanskelige at dele med andre, men at de er *eksplicite* og dermed kan blive en del af en fælles lærerfaglighed.

Hvordan er forholdet mellem lysstyrkerne af pærerne A, B og C på figuren?
Hvad sker der med lysstyrkerne af hver pære når A skrues af? Hvad hvis B skrues af?
Ændres amperemeterets visning i disse to tilfælde? Hvordan? Hvorfor?
Hvad ville der ske hvis en ledning blev indsat fra a til b? Hvordan ville forholdet mellem lysstyrkerne af de tre pærer, og amperemeterets visning, ændre sig?

Andel af korrekte svar på et hold 2. dels-studerende i fysik ved Univ. of Washington: 30%. Samme hold havde 65% korrekte svar i beregninger af langt mere komplicerede kredsløb (baseret på Kirchhoff's love etc.).

Figur 3. Regnekraft kontra forståelse. Kilde: [7].

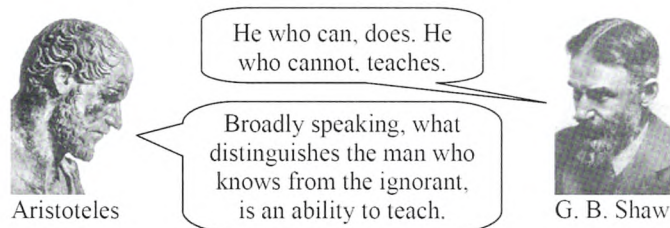
Erfaringen er naturligvis *også* væsentlig i forhold til at udvikle viden af de ovennævnte typer, og den dækker behov som ikke kan opfyldes af en universitetsuddannelse (selv hvis den indeholder kortere praktikperioder). Den primære uddannelse kan dog skabe en solid basis for at lære af erfaringen, også i samspil med andre lærere. Derudover er der stadig behov for en *induktion* ("systematisk indføring") i undervisningspraksis, med vejledning af mere erfarne lærere, og der er behov for fortløbende *efteruddannelse* og andre lejligheder til udvikling og fornyelse af lærerens faglighed (i ovenstående brede forstand).

Fysikdidaktik, og i bredere forstand fagdidaktik, kan bidrage til de nævnte formål, dels ved at give den studerende teoretiske begreber og modeller til at arbejde systematisk med undervisningsfaget, dels ved at give kendskab til empiriske resultater fra forskningen, fx vedr. typiske misforståelser hos elever af fysikfaglige begrebsdannelse eller vedr. børns og unges opfattelser af naturfagene. De nye retningslinier muliggør noget af dette. Mere præcist vil et mindre kursus i fagdidaktik – fælles for studerende fra alle de naturvidenskabelige fag – kunne formidle meget grundlæggende dele af de sidste tre punkter nævnt ovenfor (se fx [8]).

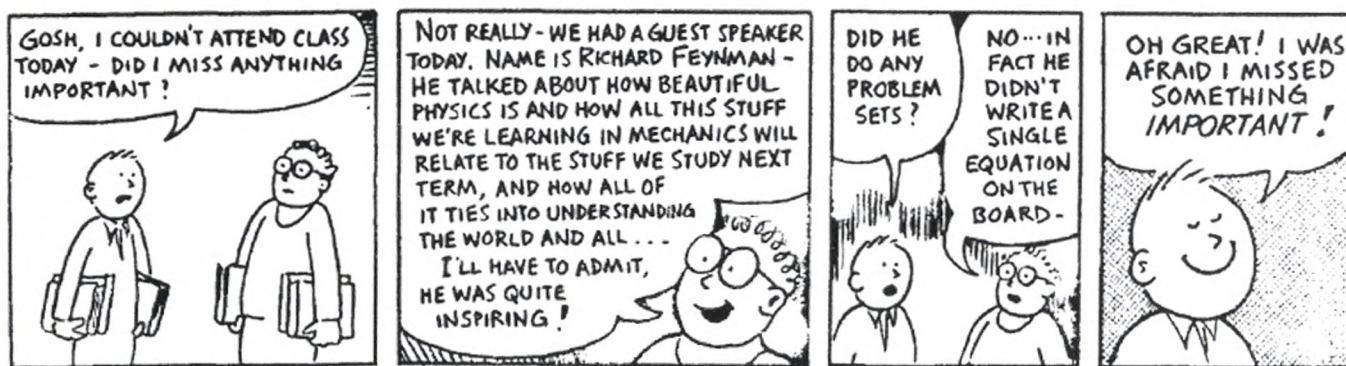
Arbejdet med at udvikle dybere indsigt i gymnasiefysikken kan også, og måske bedst, placeres i særlige fysikkurser, hvor man giver sig bedre tid til "klassiske" emner som mekanik, elektricitetslære etc. Det kunne fx tænkes, at fremtidige udformninger af universitetsuddannelserne i de naturvidenskabelige fag ville give mulighed for "linier" rettet mod undervisningsprofessionen fra starten, sådan som man med et vist held har gjort det i fysik og matematik ved NTNU i Trondhjem [9] – vel at mærke uden at opgive sammenhængen til den videnskabsfaglige uddannelse (og mulighederne for at skifte undervejs). Et hovedproblem ved den danske model, som indtil videre er uløst, er at der – i det mindste ved de store universiteter – ikke er synlige "indgange" af denne art – trods lærermangel og det åbenlyse behov for at tiltrække en mere varieret talentmasse. Det rammer særlig hårdt i et fag som fysik, hvor de nuværende uddannelser i de senere år har leveret alt for få undervisere til gymnasiet.

Det drejer sig nok også om en lidt bredere forståelse af, hvad det vil sige at være "en rigtig fysiker", og

om at erkende betydningen af at udvikle faget gennem undervisning. Sat lidt på spidsen: skal en fysiklærer være en tidligere fysikstuderende, der ville have været forsker – eller skal det være en fuldblods fysiker med speciale i undervisning (jf. fig. 4)? Kan og vil universiteterne bidrage til at udvikle en sådan ekspertise? Mere generelt er det store spørgsmål: har samfundet råd til ikke at sikre tidssvarende og sammenhængende læreruddannelser til alle niveauer – fra grundskole til universitet?



Figur 4. To opfattelser af det at undervise – citeret i [10].



Figur 5. Formler og forståelse. Fra *American Journal of Physics* 51, vol 4, s. 309.

Litteratur

- [1] <http://www.uvm.dk/statistik/sogninggym.htm> (fundet 17/7 2006).
- [2] <http://www.uvm.dk/06/documents/handlingsplan.doc> (fundet 17/7 2006).
- [3] http://www.retsinfo.dk/_GETDOCL/ACCN/-C20060000560-REGL (fundet 17/7 2006).
- [4] L. Viennot (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *Eur. J. Sci. Ed.* 1, 205-221.
- [5] C. Linder & G. L. Erickson (1989). A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound. *Int. J. Sci. Ed.* 11(5), 491-501.
- [6] R. Hestenes (1998). Who needs physics education research!? *Am. J. Phys.* 66, 465-467.
- [7] A. B. Arons (1982). Phenomenology and logical reasoning in introductory physics courses. *Am. J. Phys.* 50, 13-20.
- [8] C. Winsløw (2006). *Didaktiske Elementer. En indføring i matematikkens og naturfagenes didaktik*. Frederiksberg: Biofolia.

- [9] http://www.studier.ntnu.no/rw_index_sprog.php?sprog=MLREAL (fundet 17/7 2006)

- [10] L. S. Shulman (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher* 15, 4-14.



Carl Winsløw er professor i naturvidenskabernes fagdidaktik ved Københavns Universitet, hvor han bl.a. underviser kommende gymnasielærere i fagdidaktik. Hans forskningsinteresser retter sig hovedsageligt mod matematikkens didaktik, herunder dette fagområdes funktioner i uddannelsen af kommende matematiklærere. Med en baggrund som ph.d. i matematik (Tokyo U., 1994) har han specialiseret sig i matematikkens didaktik, som han har undervist og publiceret om siden 1996.

Viden ind – penge ud

Af Sven Munk, KVANT-nyhedsredaktør.

Formidling af videnskabelige resultater er blevet 'big business'. I OECD regner man med, at der på 'science', teknologi og medicin (STM)-publikationer årligt omsættes for 7-11 mia \$. Fortjenester på 30 % af omsætningen skulle ikke være ukendt i nogle af forlagene på dette felt. Samtidig klager bibliotekernes mere og mere højlydt over de høje subscriptionspriser. Som biblioteksbruger kan man ved selvsyn iagttage, at antallet af tidsskrifter på hylderne skrumper.

Det er ikke bare et problem i Danmark. Det synes nærmest at være et globalt problem. Endnu kan man ikke spore nogen politisk bevidsthed om udviklingen, men på græsrodsniveau blandt forskere kan man mærke en stigende irritation over forholdene. Som pendant til talen om "open source software" har de introduceret begrebet "open access" som markering af ønsket om fri adgang til videnskabelig litteratur.

Drømmen om gratis og nem adgang til alverdens viden via Internettet har vist sig at være svær at omsætte til virkelighed. Da forlagene blev opmærksom på det, der også kendes under betegnelsen 'clickstream business', blev det ganske vist en hel del lettere at få fat i udvalgte videnskabelige artikler – mod betaling, forstås. 20 \$ for én videnskabelig artikel er vist ret normalt. Forlagene kan argumentere med, at indregnes den tidsbesparelse, som opstår, fordi man undgår et besøg på biblioteket så er 20 \$ billigt. Men hvis biblioteket af økonomiske grunde har opsagt abonnementet på netop det søgte tidsskrift, begynder tingene for alvor at

blive problematiske. Skal man så holde prisen på 20 \$ op imod en flybillet til et sted i verden, hvor tidsskriftet findes som fysisk genstand? Metoden med "græsning" af artikler, hvor læseren forsøger at danne sig et indtryk af "hvad andre går og laver", kræver bestemt en stor tegnebog, hvis et klik på 'download article' koster 20 \$.

I processen 'formidling af ny viden' indgår foruden læserne og forlagene også forfatteren/forskeren med sine egne krav og ambitioner. Hvorfor skriver forskeren hovedet en videnskabelig artikel? Tillægges det nogen betydning, at det kan koste læseren 20 \$ at få adgang til indholdet? Har antallet af læsere større betydning end tidsskriftets anseelse og status? Artiklens betydning for karrieren? Med disse få spørgsmål skal det blot markeres, at forskeren kan have mange, gode og legitime grunde til at undlade at skrive eller beslutte at skrive og publicere en videnskabelig artikel på en bestemt måde.

Hvordan disse udviklingstendenser vil påvirke forskeres måde at holde sig fagligt ajour er vist endnu ikke blevet undersøgt til bunds. Er det ikke en værdig opgave for nogle raske videnskabssociologer?

Referencer:

- [1] Richard Sietmann (2006), "Über die Ketten der Wissensgesellschaft", *ct* 12, 2006, s. 190.
- [2] "Freies Wissen", *ct* 22, 2004, s. 68.

Søg flere artikler på nettet under "open access".

Aktuelle bøger

Fysik til 1.g



Vejen til Fysik C

Forfattere: Knud Erik Nielsen og Esper Fogh, Forlaget HAX 2005, 256 sider, ill., 192 kr. excl. moms. Se www.hax.dk.

Forfatterne har tidligere skrevet et komplet sæt bøger til fysik i gymnasiet – det var dengang man kunne klare sig med tre forskellige bøger på bogdepotet, men de er nok mest kendt for naturfagsbøgerne kendt som "Silkeborg-bøgerne". "Vejen til fysik C" er skrevet til det nye fysik C i samme format som disse, dvs. 4-farve tryk og fint illustreret.

Forfatterne har sikkert haft travlt, da de også har skrevet 4 matematikbøger. Nogle afsnit er genbrug, men det meste er nyskrevet. Den meget udskældte pige foran tavlen med

"matematik er sjovt" er heldigvis væk. Der har sneget sig enkelte trykfejl ind, men bogen giver som helhed et gedigent indtryk.

Flere afsnit (energi og fremskridt, verdensbilledet og historien om alting) er egnede til forløb i almen studieforberedelse. Der er rigeligt med øvelser i teksten og opgaver efter hvert kapitel. Bagest i bogen er der bl.a. afsnit om den naturvidenskabelige metode, om at afsløre en sammenhæng, vejledning til rapportskrivning og forsøgsvejledninger.

Jeg har med fornøjelse brugt dele af disse i fysikdelen af naturvidenskabeligt grundforløb. Med sine 256 sider er bogen noget omfangsrig. Enkelte kapitler fremstår formelfattige, men flere kapitler går mere i dybden end der kræves i C-bekendtgørelsen og generelt er der fokus nok på fagets mere matematiske og formelle side til, at bogen også kan bruges på 1. år af B-niveau.

B-bogen skulle efter sigende være på vej. Forlaget er desværre hoppet med på bogstavvognen: AB1, B2, A2 etc. og det gør det jo lidt besværligt. Det vil nok kræve en større udbygning af bogdepotet og en lottogevinst, hvis man skal have 6 slags klassesæt. Trods dette forbehold kan bogen varmt anbefales til alle, der skal have fysik i 1.g.

Michael Agermose Jensen
Christianshavns Gymnasium

1000 års dansk naturvidenskab

Dansk Videnskabs Historie bind 3-4.

Forfatter (red.): hhv. Red. af hhv. *Peter C. Kjærgaard* samt *Henry Nielsen* og *Kristian Hvidtfeldt Nielsen*, Aarhus Universitetsforlag 2006 (www.unipress.dk). Hvert bind ca. 520 sider, ill., 500 kr. pr. bind.

Den storstilede gennemgang af dansk naturvidenskab er nu afsluttet med bind 3, "Lys over landet", som dækker perioden 1850-1920, og bind 4, "Viden uden grænser" (1920-1970). Skillelinien for de to første og to sidste bind – året 1850 – falder sammen med H.C. Ørstedes død i 1851. Ørsted havde da domineret dansk naturvidenskab i årtier, og med hans død mistede romantikken og dens dannelsesidealer en ihærdig fortaler. Helt i overensstemmelse med sin tro på sammenhængen mellem videnskabelighed og åndelig dannelse havde Ørsted f.eks. gjort sin lærebog i fysik så folkelig som muligt. Så mens de nye resultater i fysikken op igennem 1800-tallet i udlandet blev formuleret i mere og mere komplekse matematiske teorier, ændrede dansk fysik sig kun langsomt. Ansættelsen af Carl V. Holten som ny fysikprofessor i 1852 efter Ørsted ændrede ikke meget, for Holten forblev særdeles loyal overfor Ørstedes idealer. Han populariserede sit fag og genudgav Ørstedes gamle lærebøger, og da Holten blev siddende som professor i 34 år, kom undervisningen først op på et internationalt og moderne niveau efter Christian Christiansens overtagelse af professoratet i 1886.

Et lyspunkt i denne periode var Ludvig Lorenz, der var fysiklærer ved Hærens Officiersskole og producerede en række afhandlinger indenfor varmelære, elektrodynamik og optisk teori. Det gjorde ham til 1800-tallets eneste danske teoretiske fysiker af internationalt format og skaffede ham i øvrigt i 1887 et livsvarigt legat fra Carlsbergfondet helt uden betingelser. Han døde dog få år senere og fik derfor ikke den store glæde af denne usædvanlige begunstiggelse.

Christian Christiansens indsats blev især hans eksperimentelle arbejder i vekselvirkningen mellem lys og stof. Uden at hans samtid kunne vide det, pegede hans forskning faktisk i retningen af den nye fysik, der omkring århundredeskiftet gennemgik en rivende udvikling, der bl.a. førte til opdagelsen af radioaktivitet og til Einsteins relativitetsteori. Udviklingen blev fulgt med interesse af danske fysikere, men gjorde dog ikke et så stort indtryk, at de selv begyndte at forske i den nye fysik.

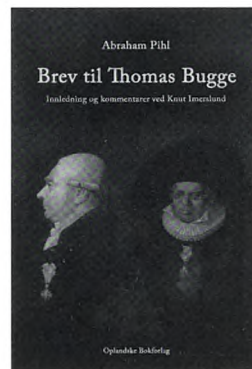
Situationen ændrede sig som bekendt dramatisk med Niels Bohr og hans atomteori i 1913. I de følgende år blev teorien forfinet og bekræftet af eksperimenter og i 1922 modtog Bohr nobelprisen i fysik. Herefter var Bohr i de næste 40 år elefanten i dansk naturvidenskab, og det fysikinstitut han opbyggede, blev det Danmarks mest velansete naturvidenskabelige institution i det 20. århundredes. Det skyldtes ikke alene, at Bohr var en fremragende fysiker, men også at han forstod at skifte instituttets forskningskurs på de rigtige tidspunkter. Efter Bohrs død i 1962 blev instituttet ført videre af sønnen Aage Bohr, som sammen med Ben Mottelson modtog nobelprisen i 1975 for arbejdet med atomkernens struktur.

Højdepunktet var perioden mellem 1920 og 1940, som betegnes som en guldalder for dansk naturvidenskab, og ikke blot indenfor fysik. Dansk kemi høstede stor anerkendelse for forskning i syrer, baser og salte, som især blev udført af Niels Bjerrum, J. N. Brønsted og S. P. L. Sørensen. I 1920 fik August Krogh nobelprisen for hans undersøgelser af de fineste dele af blodårerne, de såkaldte kapillærer, og med astronomen Bengt Strömgren blev dansk astrofysik verdenskendt.

Blandt danske videnskabelige ekspeditioner har Galathea-ekspeditionerne fået en særlig berømmelse. Den første ekspedition blev udført af Korvetten Galathea, som sejlede Jorden rundt på sin jomfrurejse i 1845-47. Korvetten havde først og fremmest handelsmæssige og diplomatiske opgaver, men hjembragte alligevel enorme samlinger af botanisk materiale. Tankevækkende nok var der herefter ikke nogen større interessere for de hjembragte skatte, hvoraf store dele enten gik tabt eller stadig venter på en systematisk udgivelse.

Den anden Galathea-ekspedition foregik 1950-52 og var dengang Danmarks hidtil dyreste videnskabelige ekspedition. Også denne ekspedition havde et dobbelt formål, hvor man også skulle udbrede kendskabet til Danmark, og medbragte derfor sin egen presseafdeling. Traditionen er fulgt op i år, hvor den 3. Galathea ekspedition i midten af august sejlede ud på de store verdenshave for at gøre nye opdagelser. Tiden er for længst fra sådanne verdensekspeditioner, og presseafdelingen ser da også ud til at være en del større end i 1950'erne, så det vil ikke være overraskende, hvis de formidlingsmæssige resultater af projektet viser sig at være det største udbytte for dansk forskning. Men ekspeditionen får sikkert sin plads i naturvidenskabernes historie, når vi kommer så langt på afstand af begivenhederne, at den kan fortsættes efter 1970. Indtil da kan de to sidste bind i serien bestemt anbefales. Bind 1 og 2 er anmeldt i Kvant nr. 4 (2005).

JOPP



Abraham Pihl – Brev til Thomas Bugge

Red.: *Knut Imerslund*, Oplandske Bokforlag 2006, 174 sider, indb., 200 norske kr. Se www.obforlag.com.

Redaktionen har modtaget en bog fra et norsk forlag. Vi bringer teksten fra bagsiden:

"Abraham Pihl (1756-1821) vokste opp i Gausdal. Han ble student i 1778 og teologisk kandidat i 1783. I 1789 kom han som sogneprest til Vang på Hedmarken hvor han ble til sin død. Ved siden av prestegjeringen var Pihl en ivrig jordbruker, han startet et teglverk og et spinneri, han var arkitekt for nåværende Vang kirke og han bygget flere orgler. Men framfor alt var han fra studietiden opptatt av astronomi og ønsket å bidra til den geografiske kartleggingen av landet med sine observasjoner. Til hjelp i denne sammenheng bygget han sine egne kikkerter og kronometre. Denne boka inneholder alle kjente brev fra Pihl til hans overordnede i København, professor Thomas Bugge. Brevene gir et interessant innblikk i Pihls personlighet, i hans hverdagsliv på prestegården og i tankene bak hans astronomiske observasjoner. Knut Imerslund (f. 1944) er l. amanuensis ved Høgskolen i Hedmark. Avd. for lærerutdanning og naturvitenskap. Han har tidligere publisert en rekke artikler og bøker om litterære emner".

NU ER ALLE FIRE BIND UDKOMMET

Dansk Naturvidenskabs Historie

»Langt om længe har dansk naturvidenskab fået et værdigt monument, det næsten 2.000 sider store pragtværk i fire bind »Dansk Naturvidenskabs Historie«. Over 1.000 års danske landvindinger og opdagelser, fra runer over Brahe til Bohr, bliver beskrevet med en indsigt, der sætter dansk forskning i adskillige helt nye perspektiver. (...) et værk, som ikke bare i kraft af sin væsentlighed, men også gennem sin nøjagtige fremstilling og sin begejstring for at formidle disse fascinerende historier, er blevet et mere end værdigt monument over 1.000 års dansk naturvidenskab. En stor og pragtfuld historie har fået et pragtfuldt storværk.«

*Lars Henrik Aagaard
i Berlingske Tidende*

»Dansk naturvidenskabs historie er netop udkommet i et smukt illustreret firebindsværk redigeret af Helge Kragh, Henry Nielsen, Peter C. Kjærgaard og Kristian Hvidtfelt Nielsen. Det er et af den slags værker, man skal være meget lidt nysgerrig for ikke at stikke næsen i.«

*Jesper Hoffmeyer
i Politiken*

»Det er et kæmpearbejde, Helge Kragh og hans medskrivere her har lavet, og det giver et samlet overblik over dansk naturvidenskab, som vil sætte en standard.«

*Søren Hindsholm
i Kristeligt Dagblad*

»Dansk naturvidenskab har fået sin egen historiske fremstilling. En veloplagt gennemgang af 1.000 års vekslen mellem fremdrift og åndelig stilstand. (...) det er i hvert fald lykkedes at skrive en særdeles veloplagt og underholdende fortælling med mange perspektiver på dansk naturvidenskab, og som kan læses af alle historisk eller naturvidenskabeligt interesserede.«

*Jens Olaf Pepke Pedersen
i Weekendavisen*

Bestil bøgerne direkte på forlaget eller køb dem hos din boghandler.

Pr. bind 500,- kr.
Hele værket 1.500,- kr.



Aarhus Universitetsforlag
Tlf. 89 42 53 70
Fax 89 42 53 80
unipress@au.dk
www.unipress.dk



Galaksers stævnemøde

Bagsidens billede kommer fra det Europæiske Syd Observatoriums (ESO) meget store teleskop "Very Large Telescope" (VLT) i Chile. Det viser de to galakser MCG-01-39-003 og NGC 5917 beliggende omkring 87 millioner lysår fra Jorden, hvor galakserne påvirker hinanden med deres tyngdekraft.

Den væsentlige grund til observationer af galaksernes stævnemøde med VLT er at følge type Ia supernovaen SN 2005cf. Det har været antaget, at supernovaer skulle forekomme hyppigere, når galakser påvirker hinanden, men det har været så som så med observationer af disse stjernedødsfald. SN 2005cf er derfor et meget interessant studieobjekt for supernovaer i dobbeltstjernesy-

stemer (Type Ia), hvor det bl.a. har vist sig, at SN 2005cf ikke længere ligger i den krogformede del af galaksen, men er blevet slynget ud under tyngdepåvirkning fra de to galakser.

Galakserne blev observeret i retning mod stjernebilledet Libra (Vægten). Tyngdekraftpåvirkningen på galakserne ses tydeligt på billedet for MCG-01-39-003, hvor gas og stjerner bliver trukket ud af NGC 5917 i noget, der minder om en glødende krog. Galaksen øverst til venstre i billedet er en unavngiven galakse, der ligger længere væk og derfor ikke tager del i MCG-01-39-003 og NGC 5917's rendezvous.

Læs flere nyheder side 15 og 23.



Stævnemøde mellem to galakser (Foto ESO).