

Nr. 4 – 2005
67. årgang

Utgiver:
Norsk Fysisk Selskap

Redaktører:
Øivin Holter
Finn Ingebretsen

Redaksjonssekretær:
Karl Måseide

Innhold

Torger Holtsmark:	
Einstein og hans tids fysikk	96
Nils Voje Johansen:	
Einstein besøker Norge	103
Mikael Lindgren:	
Nobelpriset i fysik 2005	109
Fra Redaktørene	94
FFV Gratulerer	94
Sjur Refsdal	
Øyvind Hauge	
Konferanse	111
EPS-konferanse	
Hva skjer	112
Alumnusforening på Blindern	
Bokomtaler	112
Neffe: Einstein-biografi	
Hawking/Mlodinov: Vårt univers	
Nye Doktorer	115
Dr.scient. Steinar Foss	
Dr.scient. Gaute Hagen	
Dr.scient. Lars Gimmestad Johansen	
Dr.scient. Jens Ivar Jørdre	
Dr.scient. Inger Rudvin	
Dr.ing. Jo Smiseth	
Dr.scient. Tor Arne Vestad	
Dr.ing. Per Erik Vullum	
Trim i FFV	119
Nytt fra NFS	119
Fysikermøtet 2007	
Nye medlemmer	

Fra Fysikkens Verden



Professor Lars Vegard (1880-1963)
Byste avduket ved Fysisk institutt, UiO, 13.10.05
(Se leder)

Fra Redaktørene

Norsk universitetshistorie er ikke lang, og den norske fysikks historie er om mulig enda kortere. Faget fikk en langsom start etter at Det Kongelige Frederiks Universitet i Christiania ble åpnet i 1814. De første professorer som hadde plikt til å forelese i fysikk (og kjemi) var opprinnelig jurister av utdanning, men fortsatte med studier i fysikk. Først på 1870-tallet kan man si at fysikk var etablert som et eget fag, og norske fysikere for alvor begynte å gjøre seg bemerket.

Kristian Birkeland var utvilsomt det første store navn i norsk fysikk. Blant folk flest er han best kjent for sine spektakulære oppfinnelser, som blant annet la grunnlaget for etableringen av Norsk Hydro. Etter hans død i 1917 ble Birkelands professorat overtatt av hans tidligere elev, Lars Vegard, som satt i stillingen helt til 1952.

Fysisk institutt i Oslo avduket den 13. oktober i år en byste av professor Lars Vegard (1880–1963). Bysten, som er avbildet på bladets forside, har fått sin velfortjente plass i Fysikkbygningens vestibyle. Den er utført i to eksemplarer av billedhugger Erlingur Jonsson. Den andre busten er plassert på Vegards fødested, Vegårshei.

Professor Lars Vegard var en aktiv vitenskapsmann. Hans nordlysforskning var banebrytende. Han var den første som observerte hydrogenlys i nordlyset, og kunne derved også slå fast at solen sender ut protoner. Samtidig var han en visjonær universitetsbygger og forskningspolitiker. Han engasjerte seg sterkt i prosessen med lokaliseringen av det nye universitetsområdet, og det var først og fremst hans grundige forarbeid og argumentasjon som førte til at Universitetet ble lagt til Blindern.

Vegards så langt inn i framtiden i dette arbeidet, og den videre historie er velkjent. Universitetet i Oslo fikk en plassering som ga rom for den store ekspansjonen fra slutten av 1950-tallet. Måtte norske forskningspolitikere få noe av den samme visjonære holdning! Vi håper at busten av Lars Vegard i Fysikkbygningens vestibyle også i framtiden kan minne oss om det.

∞

FFV Gratulerer

Kongens gull til Sjur Refsdal



Den 1. februar 2005 ble professor dr.philos. Sjur Refsdal tildelt Kongens fortjenstmedalje i gull for sin forskningsinnsats på feltet gravitasjonslinser. Refsdal har tidligere fått Fridtjof Nansens pris for fremragende forskning (FFV, 2/2001).

FFV har i den anledning avlagt Refsdal et besøk på Astrofysisk institutt på Blindern, for å overbringe sine gratulasjoner og samtidig få ham til å si noe om gravitasjonslinser. Dette er et fagområde som er inne i en eksplosiv utvikling, og hvor Refsdal i løpet av sin karriere har gjort en banebrytende innsats og i dag regnes som en av pionérene.

FFV: Kan du først si litt om bakgrunnen for at du allerede i 1961 tok opp et problem som nesten ingen interesserte seg for?

SR: Jeg hadde laget et utkast til en teoretisk hovedoppgave ved Fysisk institutt om relativistiske effekter på klokker i satellitter, men min veileder, Erik Eriksen, syntes mine 19 sider var i korteste laget. Han ba meg plusse på med en annen anvendelse av den generelle relativitetsteori. Jeg utvidet derfor oppgaven med 27 sider med en anvendelse på avbøyning av lys i gravitasjonsfelt.

FFV: Men historien sluttet ikke der.

SR: Nei, for det viste seg at sensor var skeptisk til den metoden jeg hadde benyttet, og derfor hadde sett bort fra denne delen ved bedømmelsen! Det var forøvrigt et lykketreff, for jeg kunne derfor benytte en utvidet versjon av den "refuserte" delen til mitt

doktorarbeid. FFV: Dette arbeidet introduserte jo en metode for å beregne Hubbles konstant, som nå kalles "Refsdals metode". Kan du si litt om hva den går ut på?

SR: Jeg viste hva som skjer når lys fra et fjernt objekt passerer et annet objekt, som f.eks. en annen stjerne eller en galakse, på vei til en observatør. På grunn av gravitasjonens påvirkning vil lyset oppføre seg analogt med lys som går gjennom en linse. Resultatet kan bli at lysstyrken forandres og at man i enkelte tilfeller kan se flere bilder av den samme kilden. På grunn av forskjell i veilengde og tyngdefelt, vil det være en målbar forskjell i lysets forplantningstid for de forskjellige bildene hvis kilden varierer. Ved hjelp av dette "time delay" samt rødforskyvningen, kan man beregne avstanden til kilde og linse. Derved kan Hubbles konstant, H_0 , beregnes og herav en tilnærmet verdi for Universets alder (Hubblealder, H_0^{-1}).

FFV: Einstein hadde i 1936 studert mulige linse-effekter av gravitasjon, men konkludert med at effektene neppe ville kunne observeres. Når ble det klart at slike effekter ville kunne bli observert?

SR: Da kvasarene ble oppdaget. Jeg undersøkte mulighetene for slike observasjoner fra disse enormt lyssterke kildene, og kunne i 1964 konkludere med at linse-effekter skulle kunne observeres.

FFV: Men fortsatt tok det lang tid før den første gravitasjonslinse ble oppdaget.

SR: Ja, det var først i 1979, da en Engelsk-Amerikansk gruppe observerte to kvasarer med nesten identiske spektre og samme rødforskyvning, bare 6 buesekunder fra hverandre på himmelen. Man fant også etter kort tid gravitasjonslinsen, en galakse mellom oss og kvasaren. Dette var et gjennombrudd for feltet og ble starten på en rivende utvikling. I dag kjenner vi ca. 100 linsede kvasarer, de fleste med to eller fire bilder, og 10 systemer hvor "time delay" er målt med verdier fra 10 til 420 døgn. Allerede i dag har man med denne metoden bestemt H_0 med en nøyaktighet på ca. 10%.

FFV: Du skiftet såvidt vi har forstått arbeidsfelt for en lang periode. Hva var det som fikk deg til å vende tilbake til gravitasjonslinsene?

SR: Under den første del av min periode ved Universitetet i Hamburg arbeidet jeg ca. 10 år med stjerneutvikling. Men i 1976 fikk jeg en doktorstudent, Kyongae Chang, fra Sør-Korea. Hun fikk som oppgave å undersøke hvordan enkeltstjerner i en fjern galakse, såkalte mikrolinser, kunne påvirke avbildningen, og i særdeleshet forsterkningen, av en bakenforliggende lyskilde. Vi var heldige og publi-

serte en artikkel i *Nature* om dette samtidig med at den første gravitasjonslinsen ble oppdaget. Og siden har jeg stort sett arbeidet med gravitasjonslinser.

FFV: Dette arbeidet i *Nature* regnes såvidt vi vet som oppdagelsen av mikrolinsing i fjerne galakser.

SR: Vi var først ute med å beregne denne effekten, og etter at den ble observert i 1988 har mikrolinsing utviklet seg til å bli et viktig verktøy for å studere finstrukturen av både kilde og linse. Et resultat av dette er at mikrolinsing kan benyttes til å påvise planeter helt ned til Jordas størrelse, hvis de ligger mellom oss og fjerne lyskilder.

FFV: Det var vel først og fremst ved Universitetet i Hamburg at ditt videre arbeid med gravitasjonslinser fant sted.

SR: Ja, der ble det etterhvert etablert en ganske sterk gruppe innen gravitasjonslinsing; vi drev både med teoretiske undersøkelser og observasjoner innen de fleste anvendelsesområder for gravitasjonslinsing. I tillegg har det også vært betydelig aktivitet i Oslo, takket være et nært og godt samarbeid med Rolf Stabell, et samarbeid som nå har vart i 42 år! Jeg har hatt støtte fra Forskningsrådet og hadde en professor II- stilling ved Universitetet i Oslo fra 1992.

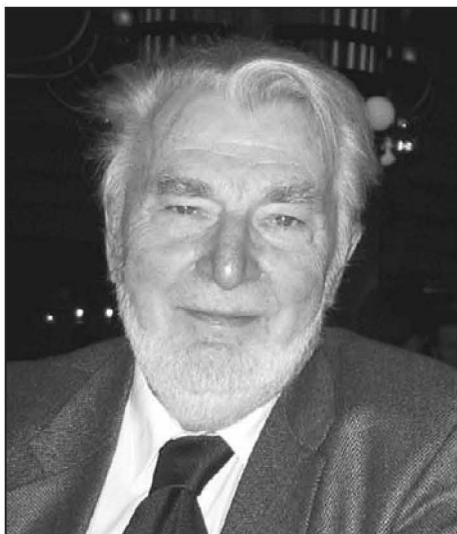
FFV: Etter hva vi har forstått, har gravitasjonslinsing utviklet seg til å bli et effektivt verktøy med en rekke anvendelsesområder innen astrofysikken.

SR: Det er riktig, effekten kan benyttes til bestemmelse av avstander, Universets alder, deteksjon av synlig masse og mørk materie. I tillegg kan den brukes til å bestemme strukturen av kvasarer, fordelingen av masse i galakser og i hele hoper av galakser, som også kan virke som linser for enda fjernere galakser, eksistensen av kompakte objekter som f.eks. planeter, brune dverger og sorte hull i vår egen galakse, eller i andre galakser.

FFV: Det kan ikke være lett å pensjonere seg fra en aktivitet du selv har initiert, og deretter fulgt gjennom en vedvarende rivende utvikling.

SR: Jeg er fremdeles aktiv i feltet, så det har ikke vært noen brå overgang. Det har vært svært interessant å arbeide på et felt i så ekstremt forskjellige stadier: Først med liten interesse for feltet, men med verdifull støtte fra min hovedfagsveileder, Erik Eriksen, og deretter med stor internasjonal interesse og med voldsom oppblomstring både på det teoretiske og det observasjonelle området.

Øyvind Hauge 80 år



Øyvind Hauge fylte 80 år 9. mai i år. Han avla cand.real.-eksamen i fysikk i 1951. Hovedoppgaven ble utført ved Institutt for teoretisk astrofysikk under veiledning av Gunnar Eriksen. Etter noen år som vitenskapelig assistent og lektor i skolen, ble Hauge i 1961 ansatt som universitetslektor ved Fysisk institutt, UiO. Fra 1964 til 1995 var han universitetslektor ved Institutt for teoretisk astrofysikk.

Hauge har publisert en rekke viktige arbeider om hyppigheten av forskjellige metaller i solens atmosfære. For å få et bedre innblikk i hvorledes

elementene dannes, studerte han de solare isotopforholdene. Han ble dr.philos. i 1972 med avhandlingen "Isotopic composition of some metals in the Sun". Hagues arbeider i dette feltet er blitt hyppig sitert i faglitteraturen. Hans publikasjonsliste inneholder også arbeider i radioastronomi og en lang rekke populærvitenskapelige artikler.

Vi vil gjerne fremheve Øyvind Hagues villighet til å påta seg oppgaver. Han har bl.a. i flere år vært instituttbestyrer og i mange år vært generalsekretær i det internasjonale prosjektet Large European Solar Telescope (LEST). Han har også skrevet en rekke kompendier og bøker, derav flere i samarbeid med Øystein Elgarøy. Hans brede interessefelt understrekes også ved hans vakkert utstyrte 100-års jubileumsbok "1899–1999 Aktieselskabet Stangeskovene".

Hauge er et ivrig friluftsmenneske. Han trives godt i skogen, på fjellet og på sjøen. Han er en skattet kokk og tilbereder av vilt og fisk som han bringer hjem til kjøkkenet. Den høyt respekterte fagperson og gode kollega Øyvind Hauge, er også en stor humørspreder. Vi setter stor pris på at han som pensjonist fortsatt er jevnlig innom instituttet.

Oddbjørn Engvold og Per Maltby

∞

Albert Einstein og hans tids fysikk

*Torger Holtsmark **

Det 20. århundrets omveltning i fysikken står i en tradisjon som hviler på en mer eller mindre bevisst innsikt: Hvis vi vil oppnå forståelse av naturen, må vi gjøre noe med den. Men å inkludere eksperimentet selv i den naturprosess som skal studeres, innebærer å begripe sin egen inngripen ut fra naturens årsakssammenheng. At dette er

mulig, er ikke innlysende, for det er ikke gitt at ens egen inngripen kan betraktes som en naturprosess. Heisenberg måtte akseptere en kvantitativ ubestemthet i sin naturbeskrivelse.

Albert Einstein

Blant dem som bar frem den omveltning vi taler

*Fysisk institutt, Universitetet i Oslo



Figur 1. Einstein erfarer treghetskrefter i et akselerert "laboratorium".

om her, er Albert Einstein i særlig grad blitt sentrum for den offentlige oppmerksomhet. Hans navn har fått en mytisk klang, og bildet av den spinke skikkelsen med flagrende hårmanke og det blide, verdensferne blikk, har fortsatt en sterk utstråling.

Familiebakgrunn og ungdom

Albert Einstein ble født 14. mars 1879 i Ulm i Sør-Tyskland, hvor faren drev en elektroteknisk bedrift. Familien tilhørte det mosaiske trossamfunn, men ble av Einstein selv karakterisert som irreligiøs. Fra sin mor hadde han et musikalsk anlegg som ble pleiet på fiolin og piano. Han mintes også fra sin barndom at

faren viste ham et kompass, og at nålens oppførsel opptok ham.

På den katolske skolen talte Bibelens beretninger til et religiøst anlegg, og Einstein sier selv at *"skjønt jeg var barn av irreligiøse jødiske foreldre, fant jeg tidlig meg selv i dyp religiøsitet"*. Pubertetsårene betydde en brå intellektuell oppvåkning. En fattig jødisk-russisk student som var familiens ukentlige middagsgjest, gav 12-åringen forskjellige opplysningsskrifter, fra Euklids geometri til Büchners materialistiske kampskrift *"Kraft og stoff"*. Han fikk en befriende opplevelse av den store verden som eksisterer uavhengig av mennesket og står foran det som en evig gåte. *Halvt bevisst, halvt ubevisst ante jeg at det er mulig å gripe verden tankemessig.* Denne triumferende opplevelsen av egen tankekraft medførte et *fanatisk fritenkeri* og etterlot en bitter følelse av at staten villeder ungdommen. Den skoleånd han lærte å kjenne på Luitpoldgymnaset i München, ga ham også en bitter ettersmak av tysk skolevesen. Det er ting som tyder på at han ble utvist på grunn av *"dårlig innflytelse på sine medelever"*.

Utdannelse

Einstein søkte, 16 år gammel, ETH, den tekniske høyskolen i Zürich, men strøk ved opptagelsesprøven i språk og biologi som han hadde neglisjert. Høyskolens rektor hjalp ham imidlertid til en plass på et reformgymnas hvor han opplevde et stimulerende skolemiljø. Einstein frasa seg nå sitt tyske statsborgerskap og var statsløs i fem år før han oppnådde sveitsisk statsborgerskap. Til sin onkel sendte han på samme tid en vitenskapelig avhandling om *"verdenseteren"*.

Einstein ble så opptatt ved ETH i 1897 for et fireårig lærerstudium. Også her gjorde hans noe nonchalante forhold til undervisning seg gjeldende, og etter endt studium så han seg forbigått i konkurransen om assistentstillingene.

Som ferdig kandidat og forlovet, så han seg om etter et yrke. Forsøket på å knytte seg til et vitenskapelig miljø strandet, men i 1902 ble han, ved venners hjelp, saksbehandler på laveste trinn ved patentkontoret i Bern, en stilling som han beholdt i syv år. Han hadde ingen kontakt med Berns akademiske miljø, men gav privatundervisning i fysikk for studenter, og av dette oppsto en venneklubb, Olympia Akademi, hvor vi kan tenke oss at filosofisk-vitenskapelige spørsmål ble livlig diskutert.

I 1905 leverte Einstein sitt doktorarbeid, samt tre avhandlinger, hver for seg banebrytende. Den tredje av dem er om "den spesielle relativitetsteori". Einstein ventet på kommentarer, men det varte mer enn ett år før Max Planck sendte ham visse spørsmål. Plancks interesse var imidlertid ekte, og selv om han til dels var uenig med Einstein, var det kanskje hans fortjeneste at Einsteins ideer ble satt på fysikkens dagsorden.

I 1909 ble Einstein professor ved universitetet i Zürich, men allerede året etter flyttet han til universitetet i Praha, for så igjen å vende tilbake til Zürich som professor ved ETH. I 1913 overtok han, etter energisk forarbeid av Max Planck, ledelsen av fysikkavdelingen ved Keiser Wilhelms institutt i Berlin. I disse årene arbeidet han videre på sin relativitetsteori og ga den en utvidet form, den generelle, som ble fremlagt i 1916.

I offentlighetens lys

Einstein kom etter hvert i en utsatt posisjon. I oktober 1914 samlet 93 tyske vitenskapsmenn seg bak et "Manifest til den siviliserte verden" som i hatske ordelag avviser Tysklands ansvar for krigen og tilbakeviser de internasjonale reaksjoner på den tyske militære fremferd i Belgia. Sammen med Georg Nicolai fra Universitetet i Berlin, forfattet Einstein et "Manifest til europeere" med oppfordring til internasjonalt samarbeid. På dette fikk de to medunderskrifter.

Relativitetsteorien ble også etter hvert gjenstand for en opphetet offentlig debatt, idet den av enkelte ble angrepet som et program for relativisering av menneskelige verdier overhodet. Det skal ha hendt at Einstein talte for 3000 tilhørere. Hans erklærte pasifisme og sympati for sionismen, skaffet ham også fiender. Derimot var det en triumf at en engelsk ekspedisjon til Brasil i 1919, like etter den første verdenskrig, under en solformørkelse 6. november påviste at lysstråler som streifer forbi solen blir avbøyd i overensstemmelse med Einsteins beregninger. Hendelsen bidro også til å smelte isfronten overfor tysk vitenskap.

I 1933 besøkte Einstein Amerika. I Tyskland var jødeforfølgelsene kommet i gang. Etter besøket tilbrakte han noen uker i Belgia under politibeskyttelse. Herfra anmodet han om å bli strøket som medlem av Det prøyssiske akademi, etter eget sigende for å spare Max Planck for å måtte ekskludere ham. Einstein tok imot et tilbud om en fri stilling ved Princeton University, hvor han ble til

sin død i 1955.

I denne perioden arbeidet han på en mer omfattende form av relativitetsteorien som skulle oppheve den bølge/partikkel-dualismen han selv hadde medvirket til med sin avhandling i 1905. Dette førte til en rekke diskusjoner med Niels Bohr om fysikkens grunnlag. Et annet innslag i perioden er brevene til president Roosevelt om en militær utnyttelse av atomkjernens energi.

Fysikk og verdensbilde

I et selvbiografisk essay har Einstein skildret sin utvikling som vitenskapelig tenker. Om sin ungdoms møte med Euklids geometri sier han: *Dens lysende klarhet og sikkerhet gjorde et ubeskrivelig inntrykk på meg.* Det uroet ham ikke at aksiomene måtte godtas uten bevis; og for ham var geometriens ideelle former like virkelige som de gjenstander man kan "se og ta på". Men den eldre Einstein fastslår ikke desto mindre at den unge tok feil i sin naive tro på at sikker erkjennelse av erfaringens gjenstander kan oppnås gjennom den rene tenkning, samtidig som han innrømmer den utviklingsmessige betydning av den vidunderlige opplevelse av at *mennesket kan oppnå den grad av sikkerhet og renhet i tenkningen som første gang ble demonstrert av grekerne i geometrien.* Han betrakter denne ungdomsopplevelsen som et allmenmenneskelig gjennomgangsstadium som beror på at *de geometriske begrepenes tilknytning til erfaringens gjenstander foreligger ubevisst*, og han sammenfatter sitt erkjennelsesteoretiske *credo* i disse ordene: *Jeg ser på den ene siden omfanget av sanseopplevelser, på den annen side omfanget av begreper og setninger som er nedlagt i bøker. Begrepene og setningenes tilknytninger til hverandre er av rent logisk art, og tenkningens oppgave er strengt begrenset til å frembringe slike innbyrdes tilknytninger i følge regler som logikken beskjefstiger seg med. Men begrepene og setningene får bare "mening", eller "innhold" idet de knyttes til sanseopplevelser. Denne tilknytningsakten er rent intuitiv, altså ikke selv av logisk art, og det som skiller mellom innholdsløse fantasering og en vitenskapelig "sannhet", er graden av sikkerhet i den intuitive tilknytningsakten.*

I et foredrag i Oxford i 1933, uttalte Einstein: *Hvis du vil lære noe av en teoretisk fysiker om hans metode, da vil jeg gi deg et råd: Lytt ikke til hans ord, men undersøk hans verk! Forskerens billedlige konstruksjoner er for ham så nødvendige og naturlige at han er tilbøyelig til å betrakte dem –*

ikke som produkt av tenkningen, men som gitte realiteter. Einstein taler om den evige antitese mellom de to uatskillelige deler av menneskelig kunnskap: erfaring og tenkning. I lys av denne deler han vitenskapens historie i to avsnitt: *Hellas skapte for første gang det logiske systems mirakel: Euklids geometri, hvor slutningene følger av hverandre med en visshet som ikke etterlater tvil. Men tiden var ikke moden for en virkelighetsnær vitenskap før en annen sannhet var blitt allment anerkjent: Den rent logiske tenkning kan aldri gi oss kunnskaper om erfaringenes verden. All konkret kunnskap om virkeligheten hviler på erfaring. Konklusjoner som er et produkt av rent rasjonale prosesser, er tomme med hensyn til virkelighet.*

Denne åpenhjertige fremstillingen fra en av århundrets mest produktive teoretikere reiser visse spørsmål. Den henviser til to kilder til kunnskap: "sanseopplevelser" samt "begreper og setninger som er nedlagt i bøker". Det ligger i sakens natur at sanseopplevelser oppstår stadig på nytt. De er ikke historiske fenomener. Begreper og setninger er "nedlagt i bøker", men hvordan har de kommet dit? I bøkene finner vi bare ord som gjør oss oppmerksom på begreper som i prinsippet enhver kan tenke. Men å tenke et begrep, er en historisk akt. Det er ikke noe naturen driver med. I motsetning til sanseopplevelsene har begrepene en historie og kan "nedlegges i bøker". Sanseopplevelser blir først historie når de blir påhengt begreper.

Einstein henviser til "det logiske systems mirakel", men også til at logisk tenkning aldri kan gi kunnskap om erfaringens verden. Det er jo så at begrepet like lite kan frembringe en sanseopplevelse, som sanseopplevelsen kan frembringe et begrep.

Einsteins dualistiske forståelse av vitenskapelig erkjennelse kontrasterer med at han anstrenger seg til det ytterste for å begrunne en enhetlig teori for universet. At han da måtte bli konfrontert med Niels Bohr, ligger i sakens natur.

Fysikkens stilling på Einsteins tid

I tråd med det foregående kan vi si at fysikkens begreper gjennom en rekke "omveltninger" har utviklet seg fra det verdensbilde som den greske periode etterlot seg. Ved århundreskiftet 1800/1900, rådet usikkerhet mht. overleverte begreper som "tid", "rom" og "materie". La oss se på disse begrepene historie og den vei Einstein og fysikken slo inn på.

Rom og form

Euklid behandler tilsynelatende rommet som ren idé, men erfaringsproblemet ligger latent i parallellpostulatet som alltid har foruroliget tenkerne, og som umulig kan ha unngått Euklids oppmerksomhet. Med sin ukontrollerbare påstand om at parallelle linjer ikke skjærer hverandre hvor meget de enn forlenges, har det form av et tankeeksperiment, men uten dette postulatet kan satsen om summen av vinklene i en trekant ikke bevises. Alle forsøk på å utlede Euklids satser uten parallellpostulatet, strandet. I løpet av det 19. århundre begynte man å eksperimentere med den tenkemulighet at ettersom parallelle linjer skjærer hverandre eller går fra hverandre i det uendelige fjerne, vil trekantens vinkelsum henholdsvis bli større eller mindre enn to rette. Dette ble uttrykt ved at man tilla rommet en viss positiv eller negativ "krumning", og Gauss (1777–1855) satte i gang å måle vinkelsummen i trekanter bestemt av fjelltopper i Harz, mens Riemann (1826–1866) utviklet regnemetoder for krumme rom.

Rom og tid i Newtons fysikk

I en bil som bråbremses, kastes vi forover. På en karusell blir vi slynget utover. Beveger vi oss langs karusellens radius, tumler vi sidelengs. Skip i fart har en avdrift på tvers av nord-sydretningen. Disse opplevde krefter kan vi i prinsippet måle med en fjærvekt. Newton refererer dem til legemets "treghet" i likhet med at legemet har "tyngde".

Diskusjonen omkring dobbeltbestemmelsen av legemet som "tregt" og "tungt", nådde et visst høydepunkt ved århundreskiftet gjennom teoretikere som Henri Poincaré (1854–1912) og Ernst Mach (1838–1916). I sin bok om mekanikkens historie, som Einstein skal ha studert nøye, illustrerte Mach problemet med et tankeeksperiment som allerede var blitt foreslått av Newton. Hva må hende hvis en bøtte med vann roterer omkring sin egen akse i et ellers tomt univers? Vil da vannet slynges ut av bøtten, eller er "slyngkraften" betinget av vannets bevegelse i forhold til de øvrige masser i verdensrommet?

Lysets hastighet

Ved århundreskiftet var problemet om det absolutte rom blitt aktuelt i måleteknisk sammenheng. Allerede lenge hadde Ole Rømer (1640–1710) og James Bradley (1692–1762) forsøkt å bestemme

lysets hastighet ved å måle visse gjentatte rettingsvariasjoner og tidsforskyvninger i stjernenes gang over himmelen. Forskyvningen ble tolket som uttrykk for at vårt bilde av stjernene er forsinket.

Maxwell (1831–1879) hadde i 1873 formulert sin elektromagnetiske feltbølgeteori for lyset, hvor dette brer seg gjennom vakuum med en viss hastighet som teorien har en formel for. Men teorien sier ikke noe om lysets hastighet i et laboratorium som selv beveger seg gjennom rommet. Maxwell hadde derfor foreslått å måle hastigheten av lyset fra en lyskilde i laboratoriet selv, henholdsvis på langs og tvers av jordens bevegelsesretning i verdensrommet. Eksperimentet ble utført i 1881 av Albert Michelson (1852–1931). Det ble målt samme hastighet i begge retninger, som om laboratoriet skulle ligge stille i rommet.

Energi og arbeid

Et lodd som faller fritt fra en viss høyde oppnår en viss energi, bestemt som kraft ganger vei. Den samme energi ville loddet ha oppnådd dersom det hadde sklidd på en skrå, glatt flate. Men et skrått fall tar lenger tid enn et fritt. Fermat (1601–66) viste på sin side at lysets brytning på grensen mellom to medier bestemmes ut fra regelen om at lyset følger den raskeste bane gjennom mediene. Man innførte begrepet "virkning" (arbeid $\times$ tid) og loven om at naturen nøyer seg med den minste virkning. Heinrich Hertz (1857–1894) forsøkte å bygge mekanikken på grunnlag av begrepet virkning.

Energi og temperatur

Som nybakt skibslege observerte Julius Robert Mayer (1814–1878) at i varme farvann beholdt sjømennenes veneblod den friske røde fargen som er arterieblodets kjennetegn. Han postulerte at omgivelsenes varme erstattet blodets varme og at varme er ekvivalent med mekanisk arbeid. Han formulerte også loven om energiens konstans som sier at energi ikke oppstår eller forsvinner, men går over fra en energiform til en annen.

Som kjent skifter et glødende legeme farge fra rødt til blendende hvitt ettersom temperaturen stiger. I året 1900 kunne Max Planck vise at fordelingen av glødelysets strålingsenergi over strålingens frekvensspektrum, kunne beskrives ved hjelp av en formel som kan tolkes slik at *strålingsenergien er kvantisert*, og at "energipakkene" bestemmer en "minste virkning" (Plancks

konstant). Virkningsbegrepet dukker dermed opp i teorien for lyset.

Einsteins arbeider fra 1905

Det første arbeidet handlet om den *fotoelektriske effekt*. Man var klar over at visse metalloverflater avgir elektroner når de belyses, og at effekten er avhengig av en kritisk bølgelengde som varierer fra ett metall til et annet. Einstein postulerte at *strålingsenergien er kvantisert*, og at lyskvantets energi kan måles med Plancks virkningskvantum som enhet. Han aktualiserte dermed problemet om lysets dobbeltnatur, og ikke bare Planck var reservert.

Det andre arbeidet gikk ut fra varmelærens idé om at *molekylene i vesker og gasser beveger seg kaotisk*. Einstein postulerte at fine partikler som svever i væske, dermed blir brakt i en kaotisk bevegelse som kan beskrives statistisk. Til hans overraskelse viste det seg at disse bevegelsene allerede var observert (Brownske bevegelser).

Det tredje arbeidet er Einsteins "*spesielle*" *relativitets teori*. Allerede som 16-åring hadde han grunnet over et tankeeksperiment: Sett at jeg rider på et bølgetog. Da skulle jeg være omgitt av et stivnet hav av elektromagnetiske bølger, men noe slikt kjenner teorien ikke til. Einstein innså at Maxwells teori ikke er forenlig med at materielle legemer kan oppnå lysets hastighet, og han postulerte at denne er den samme i alle "hvilesystemer" (inertialsystemer), dvs. i systemer som beveger seg jevnt og rettlinjet. Lysets hastighet i vakuum blir dermed en naturkonstant på linje med gravitasjonskonstanten og Plancks virkningskvantum. I tillegg til ekvivalensen mellom arbeid, varme og strålingsenergi, postulerte Einstein at en masse m er bærer av energi, og at strålingsenergi har treghet.

Dette var klart for Einstein i 1905, men problemet om materiens dobbeltnatur som treg og tung, var fortsatt uløst. I tre år stanget patentingeniøren hodet mot dette problemet inntil det slo ham at i et laboratorium som faller fritt i tyngdefeltet, har legemene ingen merkbar tyngde, men fortsatt treghet. I et slikt laboratorium vil man derfor kunne tro at man befinner seg i et hvilesystem. Hvis nå laboratoriet bremses og faller til ro, vil tingene igjen være tunge, og observatøren spør seg om hans laboratorium er akselerert. Skillet mellom treg og tung masse er opphevet, og begrepet hvilesystem (inertialsystem) kan tolkes som et ikke-roterende system i fritt fall.

Et bidrag til relativitetsteoriens matematiske grunnlag kom i 1908 fra Hermann Minkowski (1864–1909), som hadde vært Einsteins lærer ved ETH, og som til sin overraskelse hadde konstatert at hans tilsynelatende nonchalante elev hadde fremmet en dristig teori. Minkowski rakk å formulere ideen om et firedimensjonalt tidrom. Den klassiske mekanikk refererer naturens prosesser til et romtidskontinuum, bestemt av tre grunnretninger og tiden, som er en retningsløs størrelse. I Minkowskis tidrom er tiden en fjerde grunnretning. De fire romtidskoordinatene er formelt avhengige av hverandre på tilsvarende måte som de tre rom-koordinatene i det klassiske rom (Pytagoras' setning).

Dermed begynner Einsteins søken etter en enhetlig feltteori for universet. Han sto foran den partikkel/bølge-dualisme som han selv hadde introdusert i 1905. Einstein drømte om et fullstendig deterministisk univers, hvor det ikke engang er tale om vilkårlige måleenheter som meter, sekund og kilo, men hvor avstander måles med f.eks. elektronets diameter, tiden med den tiden lyset bruker på denne avstanden, og masse måles med elektronets masse.

Einstein, Bohr og Heisenberg

Bohr hadde innsett at vår erkjennelse av naturen er betinget av visse *helhetlige trekk* ved dens prosesser, slik vi f.eks. kjenner dem som materiens stabilitet i form av bestemte grunnstoffer. Men bare fordi verden har slike helhetlige trekk, kan vi løse den opp i "bestanddeler". Mellom helhet og del er det et komplementært forhold. Bohr hevdet ikke at "naturen er komplementær", men at fysikeren danner seg komplementære forestillinger om naturen.

Dette generelle erkjennelsesprinsipp ligger til grunn for Bohrs forståelse av eksperimentets betydning. Fysikeren griper med sitt eksperiment inn i naturen og vekselvirker med den. Eksperimentets resultater må beskrives i et språk som er bestemt av de eksperimentelle betingelser. Bohr oppløser mekanikkens bølge/partikkel-dualisme idet han hevder at vi beskriver naturen med begreper fra den klassiske fysikk, men refererer dem til våre eksperimentelle betingelser.

Bohrs komplementaritetssidé ble utdypet av hans elev og medarbeider Werner Heisenberg (1901–1976). På denne tiden kunne man ikke forklare sporene etter elektroner i et tåkekammer som består av kondensert vanndamp, og det ligger nær å tolke dem som elektronets bane. Men i Bohrs beskrivelse har bane bare en statistisk betydning. En dag kom

Heisenberg til å tenke på en uttalelse av Einstein: *Teorien avgjør hva vi ser*. Det slo ham at det jo slett ikke dreier seg om et spor i abstrakt forstand, men vanndråper med en viss utstrekning. En samtidig bestemmelse av elektronets posisjon og hastighet finnes ikke. Det blir igjen en kvantitativ ubestemthet, betinget av Plancks virkningskvantum.

Virkelighet og statistikk

Heisenberg taler om *ufullstendig kunnskap*, hvis betydning han illustrerer med en tenkt bonde som lever for sin åker og gleder eller gremmer seg over regnværet, alt etter dets styrke. Han kjenner ikke vannmengden på den enkelte jordflekk. For ham rekker det å anslå vannmengden på åkeren som helhet. Nå kunne det i prinsippet inntreffe en situasjon hvor han ville bry seg med hvor meget vann som treffer det enkelte frø, der og da. For å vurdere dette, måtte han kjenne regndråpens størrelse, som i hans beregninger kommer inn som en slags minste utstrekning.

Når enkeltprosessene underordnes en helhet, mister det deterministiske prinsipp sin gyldighet, og selv om Einstein var imponert av Bohrs oppløsning av bølge/partikkel-dualismen og omtalte den som uttrykk for *den høyeste musikalitet på tenkningens område*, kunne han ikke forlike seg med den. Han kunne ikke akseptere en virkelighetsbeskrivelse på grunnlag av statistisk sannsynlighet, for *Gud spiller ikke med terninger*. Uenigheten ble utdypet i en rekke møter hvor Einstein forela tankeeksperimenter som skulle vise at en absolutt virkelighetsbeskrivelse er mulig. Forsøkene brøt sammen overfor Bohrs analyser, men til siste stund arbeidet Einstein på relativitetsteoriens fullendelse i form av en enhetlig feltteori. Han sa en gang: *I det minste har jeg funnet 99 veier som ikke førte frem*.

Egentlig faller det oss ikke vanskelig å forstå Einstein. Vi kan bare være enige i at ideen om en terningspillende Gud er absurd. Men i eksempelet med bonden er det jo ikke Gud, men bonden som spiller terninger, for ut fra en ufullstendig kunnskap å danne seg et erkjennelsesbilde av virkeligheten.

Man kan si at ved inngangen til det 20. århundre sto fysikken ved tre erkjennelsesgrenser som sprang ut av at begreper som var "nedlagt i bøker", ble anvendt på eksperimenter de ikke var tenkt for. Den første grensen var begrepet om et *absolutt tidrom*. Som vi har antydnet, sto allerede Euklid ved en tilsvarende grense. Den annen var begrepet om en *absolutt materie*. Foran denne grensen nølte Planck.

Den tredje var begrepet om en *absolutt erfaring*. Foran den stanset Einstein og mange med ham.

Kjerneenergi

Med Einsteins formel $E = mc^2$ rykket en ny energiform inn i fysikernes virkelighetsbilde, og man kunne forestille seg en ny energikilde. Einstein avviste denne forestillingen som "måneskinn". Men eksperimentene ble stadig mer konkrete. Et viktig skritt var påvisningen av nøytronet som er elektrisk nøytralt og derfor kan trenge inn i atomkjernen og initiere energiprosesser.

En av de første som ante rekkevidden av dette, var Leo Szilard (1892–1964) som allerede i 1934 tok ut et hemmelig patent på denne prosessen. Ernest Rutherford (1871–1937) ble også betenkt og informerte det engelske forsvarsdepartement i 1936. Høsten 1938 tok utviklingen en dramatisk vending. I Wien ville Liese Meitner (1878–1968) og Otto Hahn (1879–1968) etterprøve noen forsøk med bestråling av uran med nøytroner. Før forsøkene var avsluttet, rykket Hitler inn i Østerrike, og Liese Meitner, som var jøde, flyktet til Stockholm. Noen dager før jul fikk hun rapport fra Hahn om at forsøket hadde ført til spalting av urankjernen under frigjøring av strålingsenergi. Hun telefonerte til Niels Bohr, som sto på reisefot til et fysikermøte i Washington. Der la han frem nyheten, og noen uker senere kunne en fransk gruppe ledet av Joliot Curie (1900–1958) fastslå at det ble frigjort nøytroner under spaltingen av urankjernen. Kjedereaksjonen var nå en kjensgjerning, og selv om muligheten for teknisk realisering i større stil ble betvilt av de fleste, ble det i Tyskland, England og Frankrike organisert forskningsgrupper.

I Amerika fulgte Szilard nøye med. I juli 1939 drøftet han situasjonen med Eugen Wigner (1902–1995), og de ble enige om å samrå seg med Einstein, som de etter en del strev fant frem til på et landsted. De var enige om at nå gjaldt det å forhindre at Tyskland skaffet seg uranmalm fra Belgisk Kongo. Etter nærmere overveielse ble de enige om å henvende seg til Belgias ambassadør i Washington, i samråd med utenriksdepartementet. Der fikk Szilard det råd å henvende seg direkte til presidenten. Szilard dikterte to brev og ba Einstein overveie hvilket som skulle sendes. Einstein undertegnet begge brevene og overlot valget til Szilard, med en oppfordring til ikke å "hisse seg opp". I brevet blir presidenten informert om at tysk vitenskap er kjent med muligheten for å fremstille eksplosiver på grunnlag av

atomkjernens energi, og han blir anbefalt å opprette kontakt mellom de militære myndigheter og kompetente fysikere. Brevet var datert 2. august, men først 11. oktober fikk Alexander Sachs anledning til å lese det for presidenten, som med ordene *this requires action* beordret et arbeidsutvalg. Einstein ble ikke foreslått, fordi man var engstelig for hans fritalenhet.

Noen timer før angrepet på Pearl Harbor, 6. desember 1941, ble det vedtatt et program for noe som var blitt ansett for en teknisk utopi, nemlig anrikning av uran²³⁵ fra uranmalm.

Erkjennelse og ansvar

Einstein omtalte senere brevet til Roosevelt som *sitt livs største feiltagelse*. I lys av Einsteins egen oppfordring til å betrakte teoretikerens *gjerninger*, kan det være grunn til å betrakte spørsmålet om *feiltagelse* i et videre perspektiv.

Einsteins teoretiske bestrebelser munnet ut i en forestilling om et fullstendig deterministisk univers. Denne forestillingen er en feiltagelse, i likhet med den stadig tilbakevendende forestilling om at fysikken er avsluttet. Slike forestillinger mangler det som Einstein selv fremholder som en hovedkilde til vitenskapelig erkjennelse: *sanseopplevelse*. I et fullstendig deterministisk univers kan det ikke finnes sanseopplevelse. Teoretikerens sak er å anvende begreper på erfaringer, som til syvende og sist bare kan være hans egne. Der ligger hans faktiske ansvar, som ettersom tiden går, neppe vil bli mindre.

Foregående tekst ble muliggjort gjennom hjelp fra mange. Takk til Torhild Lauritzsen, Biblioteket, UFI, Karl Måseide, FFV, Einar Sagstuen, Anne Trøgstad og Arnt Inge Vistnes, alle UFI.

Litteratur

Einstein, Bohr og Heisenberg har etterlatt seg en overveldende og mangesidig litteratur. Som bakgrunnsstoff for denne artikkelen kan nevnes:

1. Albert Einstein og Leopold Infeld: *Fysikken som virkelighetens eventyr*. Oslo (1939), (Einsteins egen alment forståelige fremstilling av fysikkens verdensbilde).
2. A.P. French (ed): *Einstein. A centenary Volume*. London (1979), (Biografiske glimt av Einstein som menneske og vitenskapelig tenker).

3. Albert Einstein: *On the method of Theoretical Physics*. Herbert Spencer lecture, Oxford (1933).
4. Christopher Ray: *The Evolution of Relativity*. Bristol (1987), (Relativitetsteoriens grunnlag i tilknytning til Ernst Mach og nyere vitenskapsteoretiske retninger).
5. Niels Bohr: *Atomfysikk og menneskelig erkendelse*. København (1957), (Vitenskap og verdensbilde).
6. Werner Heisenberg: *Helhet og del. Samtaler i lys av atomfysikken*. Oslo (1971), (Heisenbergs verdensbilde i en selvbiografisk sammenheng).

∞

Einstein besøker Norge

Nils Voje Johansen *

Søndag 13. juni 1920 var som en hvilken som helst annen varm sommerdag, men for studentene som ventet på at utenlandstoget skulle ankomme Østbanen i Kristiania, var det en spesiell dag. Klokken 13.10 ankom toget og tidens største vitenskapsmann, Albert Einstein, steg av. Einstein var nylig blitt verdenskjent, men valgte å besøke Norge mens andre mer prestisjetunge nasjoner fikk vente.

Solen bøyer lyset

Det var en solformørkelse som skulle gjøre Albert Einstein berømt. Den 6. november 1919 offentliggjorde de britiske astronomene Arthur Stanley Eddington og Andrew Crommelin målinger gjort under solformørkelsen 29. mai samme år. Resultatene ble lagt frem i London på et fellesmøte for *The Royal Society* og *The Royal Astronomical Society*. Scenen var satt for et oppgjør mellom ulike verdensbilder. Astronomen Sir Frank Dyson redegjorde først for hvilke metoder som var benyttet ved observasjonene, og deretter beveget han seg over til de fremkomne resultatene. Han fortalte at fra Eddingtons observasjoner hadde man beregnet at lys som passerte tett forbi solen ble avbøyd 1,61 buesekunder og for Crommelins observasjoner var tilsvarende beregnet til 1,98 buesekunder. Dette stemte godt med de 1,7 buesekundene som man hadde beregnet

ut fra Einsteins generelle relativitetsteori. Under møtet ble det enighet om at lysavbøyningen dermed var bekreftet, og mange så det også som en bekrefteelse på at Einsteins generelle relativitetsteori var korrekt.

Blant de lærde som var til stede på møtet var den norske fysikeren *Vilhelm Bjerknes* fra Bergens museum. Bjerknes var imidlertid ikke overbevist om at Einsteins teori var korrekt, og skrev 1. januar 1920 til sin venn Svante Arrhenius i Sverige: *Paa hjemveien var jeg en tid i London og hilste ogsaa paa venner i Oxford og Cambridge, og var i det "historiske" møte i Royal Society hvor astronomerne fremlagte sine resultater om lysstraalenes bøjning i nærheten av solen. Effekten er liten, men der synes ikke at herske nogen tvil om at den er der. Og skal vi saa herefter tro paa Einstein, den store troldmand? Jeg agter ialfald ikke at gjøre det blindt.*

Også i Norge ble nyheten fra London slått stort opp og Einsteins relativitetsteori ble omtalt i positive vendinger. Men mange av de eldre fysikerne syntes nok den nye teorien var underlig, dels fordi den hadde et mer filosofisk utgangspunkt enn de fleste andre teorier, og dels fordi matematikken som ble anvendt var vanskelig og lite kjent blant fysikerne. Bjerknes gjentok sin reservasjon da han orienterte Det Norske Videnskaps-Akademi om lysbøyningen og Einsteins teori på et møte i januar 1920: *Einsteins teori er i sin karakter saa forskjellig fra alle fysiske teorier, at det er vanskelig for en fysiker av den gamle skole at ta standpunkt til den.*

*Matematisk institutt, Universitetet i Oslo

Ungdommen viser interesse

Om de eldre var skeptiske, viste de unge større entusiasme. Den nordmannen som først interesserte seg for den generelle relativitetsteorien ser ut til å ha vært *Ole Colbjørnsen*. Han var født i 1897 på Vegårshei ved Tvedestrand, men vokste opp i Risør. Ved Universitetet studerte han fysikk under ledelse av fysikeren Lars Vegard. Den 15. mars 1918 holdt den 21 år gamle Colbjørnsen foredrag i Fysisk Selskab i Kristiania. Temaet var *Einsteins gravitations- og generaliserte relativitetsteori*.

Foredraget var basert på Einsteins artikkel i *Annalen der Physik* fra mars 1916, men Colbjørnsen valgte å holde sitt foredrag i en mer tilgjengelig form. Etter hans eget kortfattede referat ser vi at han *dog næsten helt gav avkald paa de av Einstein benyttede ret specielle matematiske hjælpemidler, saaledes den for teoriens oppbygning betydningsfulde av italienerne Ricci og Levi-Civita utarbeidede "absolute differetialkalkyl", der hvilte paa differentialgeometriske undersøkelser av Gauss, Riemann og Christoffel over ikke-euklidske flerdimensionale mangfoldigheter*.

Likevel tyder referatet på at foredraget var ganske avansert. Etter kort å ha skissert de grunnleggende trekkene i den spesielle relativitetsteorien, gikk han over til å behandle den generelle relativitetsteorien. Han viste blant annet hvordan man fra Einsteins gravitasjonslikning i første tilnærming fikk den klassiske gravitasjonsloven til Isaac Newton. Ved approksimativ integrasjon ville man i andre tilnærming få frem resultater som på det mest nøyaktige stemte med en uforklarlig dreiningsbevegelse på 43 buesekunder per århundre som var registrert for banen til planeten Merkur. Dette hittil uforklarlige resultatet lå altså innbakt i Einsteins nye teori, noe som etter Colbjørnsens mening var den beste bekreftelsen på at teorien var korrekt.

En annen student vi skal stifte bekjentskap med er *Harald Krabbe Schjelderup*. Han var født i Dypvåg ved Tvedestrand i 1895, men flyttet i 1903 til Oddernes ved Kristiansand da faren ble utnevnt til prest der. Da Schjelderup begynte å studere tok det ikke lang tid før han ble assistent under Lars Vegard. Schjelderup arbeidet samtidig på en avhandling innen filosofi, og i 1916 fikk han *Monrads gullmedalje* for avhandlingen. På grunn av dette arbeidet ble han i 1917 universitetsstipendiat. Som stipendiat fikk han mulighet til å oppholde seg i Tyskland våren 1920. Han skrev i januar samme år to artikler for *Aftenposten* hvor han ga en popu-

lær, men grundig, innføring i Einsteins relativitetsteori. Fremstillingen er antagelig den første brede introduksjon av Einsteins teorier for et allment publikum i Norge. Den første artikkelen stod på trykk 10. januar og tok for seg den spesielle relativitetsteorien. En uke senere behandlet han den generelle relativitetsteorien.

Som vi ser hadde både Colbjørnsen og Schjelderup *Lars Vegard* som veileder. Vegard var født på Vegårshei i 1880 og ble i 1906 assistent for Kristian Birkeland. Han ble dermed ledet inn i nordlysforskningen. Vegard hadde imidlertid et våkent øye for hva som skjedde i fysikken på 1910-tallet og ser ut til å ha samlet flere av de unge fysikerne rundt seg. Da Vegard i 1918 ble professor, satt Niels Bohr i komiteen som bedømte kandidatene, og Bohr endte sin vurdering med ordene: *Jeg synes at Dr. Vegard i videnskabelige Henseende har fortrinlige Kvalifikasjoner til paa udmærket Maade at bestride det omhandlede Embede*.

En tredje fysikkstudent vi skal nevne, og som også hadde Vegard som veileder, er *Jørg Tofte Jebsen*. Etter en lang og kronglete studievei tok han sommeren 1919 embetseksamen med hovedfag i fysikk. Samme høst reiste han til Uppsala for å studere hos Carl Wilhelm Oseen som dette semesteret startet en forelesningsrekke over Einsteins generelle relativitetsteori. Våren 1920 skrev Jebsen en artikkel hvor han ga den mest generelle løsningen av Einsteins gravitasjonslikning i det kulesymmetriske tilfellet. Før han returnerte til Norge sendte Jebsen artikkelen sin til *Kungliga Vetenskapsakademien* i Stockholm for å få den trykket i deres skriftserie, noe de gjorde i februar 1921. I sin artikkel viser Jebsen det som senere er blitt hetende *Birkhoffs teorem* etter matematikeren Georg David Birkhoff som i 1923 publiserte samme resultat. Jebsen var med dette den første nordmann som publiserte en vitenskapelig artikkel med tema fra Einsteins relativitetsteori.⁽¹⁾

Jebsen reiste hjem til Norge i mai 1920 og skrev i begynnelsen av juni til Oseen og opplyste at *Omkring 15de juni kommer Einstein til Kristiania og da skal jeg naturligvis ind og høre paa ham*.

De som hadde invitert Einstein til Norge var Det Norske Studentersamfund.

Det Norske Studentersamfund

Etter at første verdenskrig var avsluttet med våpenstillstanden i november 1918, meldte spørsmålet seg

om hvordan man skulle behandle Tyskland. Skulle man velge straff og ekskludering, eller forsoning og inkludering? Også i Det Norske Studentersamfund var det harde debatter rundt dette temaet. Litt skjematisk kan vi si at en av de viktigste skillelinjene i Studentersamfundet i 1919 ble kampen mellom "de forsoningsvennlige" og "de entente vennlige". Striden nådde et klimaks da Studentersamfundet fikk invitasjon til å delta på en internasjonal studentkonferanse i Strasbourg. Invitasjonen var problematisk fordi noen land ikke var invitert - deriblant Tyskland. Studentersamfundet vedtok derfor høsten 1919 at de ikke skulle sende delegater til konferansen.

Da Studentersamfundet skulle velge styre for våren 1920, ble Ole Colbjørnsen valgt til nestformann. I tillegg til sitt engasjement i Studentersamfundet var Colbjørnsen også med i Den Social-Demokratiske Studenteforening. Han hørte altså hjemme på den politiske venstresiden, noe også Einstein gjorde på denne tiden. En av Colbjørnsens radikale kamerater, *Trond Hegna*, skrev senere om Ole Colbjørnsen: *Han var en tid assistent hos vår ledende astrofysiker Lars Vegard, og hadde vært den drivende kraft da Albert Einstein kom til Kristiania som foredragsholder.*

I Studentersamfundet var det altså en uttrykt vilje til å pleie forbindelser med Tyskland, ja, flere nordmenn studerte i Tyskland. En av dem var *Jonas Schanche Jonassen*. Han var født i Sandnes i 1897, og våren 1920 hadde han stipend for å studere tysk og litteratur i Berlin. Ole Colbjørnsen satt altså i Studentersamfundets styre mens Harald Schjelderup og Jonas Schanche Jonassen befant seg i Berlin. Disse tre var viktige brikker i arbeidet med å få Einstein til Norge.

Einstein inviteres

Den 8. mars 1920 dro Harald Schjelderup og Jonas Schanche Jonassen ut til Haberlandstrasse 5 i Berlin, hvor Einstein bodde. De to hadde ikke gjort noen forhåndsavtale, men dukket bare opp. Hvordan besøket forløp beskrev Schanche Jonassen samme dag i et brev han sendte til sine foreldre:

I dag var Harald Schj. og jeg hos der grosse Einstein. Vi vil nemlig forsøke at faa ham til Kristiania til Studentersamfundet. Vi traf ham dog ikke hjemme, men sat længe og talte med hans frue, som var umaadelig stolt av sin mand - og med rette. Hun fortalte at han blev rent bestormet med indbydelser

- ja sogar fra Japan og China var der kommet. Han hadde lyst til at komme til Norge, sa hun for der var de saa frisindet og fordomsfri - Einstein er nemlig en rød radikaler - og desuten det at reise er hans liv - han har nemlig zigøinerblod i aarene, la hun smilende til.

De unge studentene hadde ikke hellet med seg ved sitt besøk, og gjorde derfor noe senere et nytt fremstøt. Deres andre besøk er beskrevet av Schanche Jonassen i en avisartikkel:

Døren gaar pludselig op og der staar han, den nye Kopernikus. En liten og spænstig skikkelse med et stort - stort hode. En vældig kunstermanke staar som en sky over den høie, dypt furede pande. To brune øine og et deilig smil lyser op i det ellers saa mørke ansigt. Han minder om en kunstner - en tonekunstner. Ja han vil gjerne komme til Norge og tale... - Til Kristiania reiser jeg gjerne og jeg har ogsaa lyst til at se dette deilige landet deres.

Den lille deputasjonen følte at de hadde gjort et kupp ved å få Einstein til Kristiania for å holde forelesninger, og Schanche Jonassen skrev stolt hjem til sine foreldre: *Harald Schj. og jeg var forleden hos prof. Einstein - og tænk han vil virkelig reise til Norge. Det blir jo en triumf for Norge at nutidens største videnskapsmand besøker vort land først.*

Når Schanche Jonassen skriver at Einstein "besøker vort land først", sikter han til at Einstein på dette tidspunktet ennå ikke hadde vært i utlandet og forelest over sin generelle relativitetsteori fra 1916.

Einstein kommer

I slutten av mai hadde ennå ikke studentene fått endelig svar fra Einstein om når han hadde tenkt å komme. Einstein hadde i mai besøkt Nederland, men var i begynnelsen av juni tilbake i Berlin, og skrev da straks til de norske studentene:

Jeg er nå klar til å reise og venter bare på nærmere beskjed fra Dere. Da jeg er noe overanstrengt ville det være en stor lettelse om jeg kunne ta med min steddatter - Ilse Einstein - på reisen, hun er samtidig min sekretær. For at Deres utgifter derav ikke skal vokse, ber jeg om at Dere besørger billetter på 2. klasse og overnatting på et ganske enkelt hotell (rommene kan gjerne være små), da jeg slett ikke legger vekt på komfort.

**Professor
dr. A. Einstein**

holder sit 1ste foredrag:
Det nye verdensbillede
i Universitetets Aula

Tirsdag den 15de juni kl. 7 em. Enkeltbilletter a 5.00, 3.50 og 2.00 kr. Seriebilletter a 12.00, 9.00 og 5.00 kr. faaes fra mandag av i Olaf Norlis bokhandel Universitetsgt. 24 samt ved indgangen. (17512)

Figur 1. Annonse for Einsteins første foredrag (Tidens Tegn 15. juni 1920).

Første foredrag

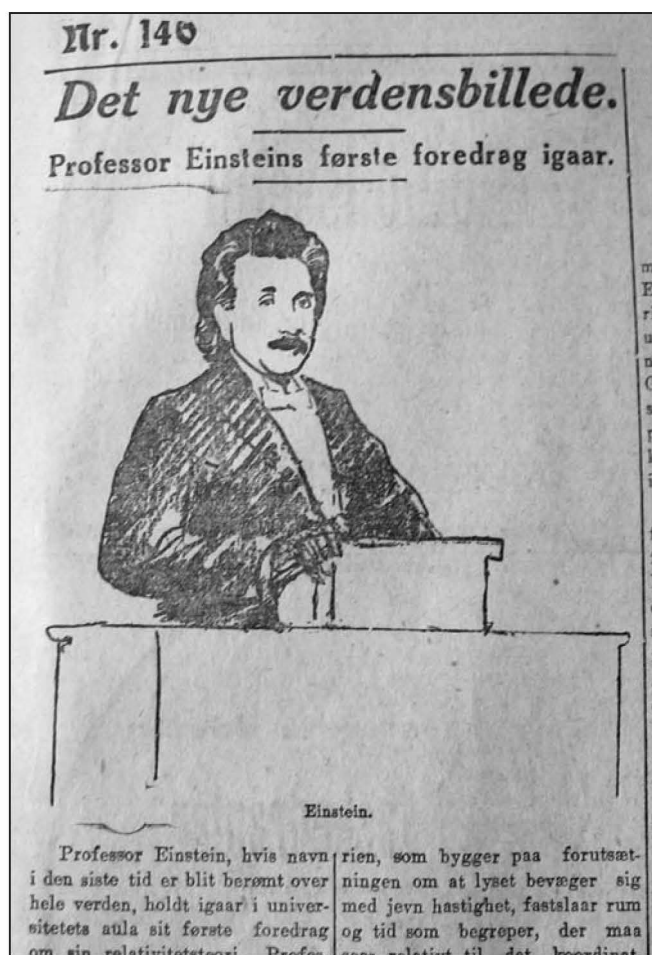
Søndag 13. juni 1920 ankom Einstein Kristiania. Foredragene hans skulle holdes i Universitetets Aula. Det første ble holdt 15. juni og hadde tittelen: "*Det nye verdensbillede*."

I salen fant man selvsagt mange av professorene og lærerne ved Universitetet, men mest gledelig for Studentersamfundet var det nok at salen var full av ungdom. Professor Lars Vegard introduserte Einstein og fremholdt den store betydning det hadde å få høre de nye verdensberømte teorier av mesteren selv, og fortsatte: *Det er symbolsk at det nettopp er ungdommen som har kalt den nye banebrytende lærde til Norge – de eldre har vanskelig ved å forlate sin forestillingskrets.*

Etter Vegards innledning steg Einstein opp på talerstolen og begynte sitt foredrag. Foredraget tok for seg emner fra den spesielle relativitetsteorien og bygget på hans populærvitenskapelige bok fra 1917: *Über die spezielle und die allgemeine relativitätstheorie*. Etter foredraget ble han hilst med et veldig bifall.

Einstein tok i foredraget utgangspunkt i Maxwells teori for elektromagnetiske bølger. Han henledet oppmerksomheten på at disse bølgene etter teorien forplantet seg i en "eter" som man antok fylte hele verdensrommet. Deretter gikk han over til å forklare at den amerikanske fysikeren Michelson hadde påvist at lyshastigheten var konstant i vakuum, og det uansett observatørens hastighet. De uoverensstemmelser man fikk ut av de gamle teoriene ble imidlertid løst ved innføringen av den spesielle relativitetsteorien i 1905. Einstein viste

ved enkle eksempler at tid og rom måtte relativiseres. De har ingen absolutt gyldighet, men gjelder kun i forhold til oppgitte referansesystem. Går man fra et referansesystem til et annet får man nye verdier, og verdiene er knyttet sammen ved hjelp av gitte likninger, de såkalte lorentztransformasjonene. Fra disse kan man vise at klokker i bevegelse går langsommere enn klokker i ro, og at legemer i bevegelse forkortes i bevegelsesretningen – alt i forhold til en observatør i ro. Til slutt nevnte Einstein visse konsekvenser av teorien. Den viktigste var at masse og energi måtte betraktes som to sider av samme fenomen. De to kunne gå over i hverandre og var bundet sammen etter formelen $E = mc^2$.



Figur 2. Albert Einstein på talerstolen i Universitetets Aula (Tidens Tegn 16. juni 1920).

Andre foredrag

Torsdag 17. juni var det tid for Einsteins andre forelesning. Den hadde fått tittelen "*Tid og rum*".

I sitt andre foredrag tok Einstein for seg likheten mellom akselerasjon og gravitasjon. Han benyttet et eksempel hvor en kasse med en observatør

inni svever fritt i verdensrommet uten påvirkning av gravitasjonskrefter. Hvis det er festet et tau til kassen og noen drar i dette tauet med en konstant kraft, vil kassen få en konstant akselerasjon. For en observatør inne i kassen som ikke kan se ut, er det imidlertid ikke mulig å avgjøre om han akseleteres eller om han er plassert i et gravitasjonsfelt. Ethvert forsøk han utfører vil kunne forklares like godt med det ene fenomenet som med det andre. Dette ledet Einstein til å formulere *ekvivalensprinsippet* mellom akselerasjon og gravitasjon. Ut fra analyser knyttet til akselerasjon kunne man komme frem til resultater som gjaldt gravitasjon. Et av de første resultatene som ble trukket fra den generelle relativitetsteorien, var at lys som passerte gjennom gravitasjonsfelt ville bli avbøyd – nettopp det som var blitt påvist av de britiske astronomene ved solformørkelsen i 1919.

Tredje foredrag

Den tredje og siste forelesningen fant sted fredag 18. juni og hadde tittelen "*Træk av relativitetsteorien*". Den omhandlet emner fra den generelle relativitetsteorien og kosmologiske konsekvenser av den.

Einsteins tok i sitt tredje foredrag for seg fenomen som viste at i den generelle relativitetsteorien kunne man ikke benytte seg av den velkjente euklidiske geometrien. Dette viste han ved å se på en sirkelskive som roterte og tenke seg at han benyttet små målestaver til å utmåle lengden av periferien og diameteren. De målestavene som ble lagt langs periferien ville bli forkortet i lengderetning, altså ville omkretsen bli lengre enn om sirkelskiven var i ro. De målestavene som utmålte diameteren ville ikke bli forkortet siden bevegelsesretningen var vinkelrett på lengden av staven. Ut fra dette vil man se at forholdet mellom omkrets og diameter ikke var 3,14... , eller π . Verden kunne ikke lenger beskrives ved hjelp av euklidisk geometri. Man måtte i stedet benytte en "ny" geometri, en geometri som beskrev "krumme rom". For å beskrive det tok man i bruk såkalte gausiske koordinater. Ut fra likningene Einstein stilte opp, kunne man så vise at verdensrommet var ubegrenset, men allikevel endelig.

Et forsøk på å gi en mer detaljert oversikt over hva foredragene omhandlet, er gjort i ref. (2).

Etter forelesningen ble Einstein møtt med stående applaus fra et takknemlig publikum. Studentsamfundets fungerende formann, *Klaus Hansen*, takket Einstein for de glitrende foredragene, og Einstein på sin side svarte med å returnere en hjertelig takk til de norske studentene for deres

innbydelse. Til slutt hyllet man Einstein med et "*Han leve!*", og et 3 ganger 3 hurra.

Fest for Einstein

Om aftenen lørdag 19. juni, holdt Studentsamfundet fest til Einsteins ære. Det hele foregikk i lokalene til Christiania Handelstands Forening. Igjen takket Klaus Hansen på Studentsamfundets vegne for at den store fysikeren var kommet som ungdommens gjest – *ungdommen og de nye ideer har bestandig hørt sammen*. Einstein tok så ordet og takket for invitasjonen og utbrakte en skål for Studentsamfundet. Til slutt holdt rektor ved Universitetet, *Axel Holst*, en humoristisk tale hvor han stadig brukte begrep og ideer fra relativitetsteorien for å få frem sine poeng. Studentsamfundets formann fra vårsemesteret 1920, *Paul Gjesdahl*, meddelte deretter at *Einstein var innvalgt som æresmedlem i Studentsamfundet*, og på tradisjonelt vis ble det nye æresmedlem hilst med "*Han leve!*" og et *nifoldig hurra*. Den muntre festen fortsatte så ut i de små timer.



Figur 3. Einstein på båttur med geologenes båt "Steinbiten". Fra venstre: Heinrich Goldschmidt, Albert Einstein og Jacob Schetelig.

Fjordtur

Søndag 20. juni var Einstein invitert på fjordtur. Sannsynligvis var det geologen *Victor Goldschmidt* som stod for initiativet, og båten "Steinbiten" seilte den celebre gjesten ut på Kristianiafjorden. Med på turen var også studenten *Halvor Rosendahl*. Han var født i Fana ved Bergen i 1890, og studere realfag ved Universitetet. I 1920 var han ansatt som konservator ved Universitetets mineralogisk-geologiske museum. To andre studenter var også med, Ole Colbjørnsen og Jørgen Vogt. I tillegg til de allerede nevnte, vet vi at følgende var med: Ilse Einstein, Heinrich Goldschmidt og Jakob Schetelig. Selskapet gikk i land på Langodden ved Snarøya utenfor Kristiania, for å nyte en piknik. Takket være at Halvor Rosendahl hadde med fotografiapparat har vi bilder fra Einsteins besøk i Norge.

Den 22. juni klokken 23, gikk Albert og Ilse Einstein ombord i dampbåten "M.G. Melchior" for å seile til København – norgesreisen var dermed over.



Figur 4. Under båtturen gikk selskapet i land for å nyte sin piknik. Fra venstre: Heinrich Goldschmidt, Albert Einstein, Ole Colbjørnsen, Jørgen Vogt og Ilse Einstein.

Hvorfor kom Einstein til Norge?

Et slikt spørsmål er selvsagt vanskelig å gi noe fullgodt svar på, spesielt fordi Einstein selv ikke ser ut til å ha kommentert det. Det kan imidlertid virke påfallende at han valgte å reise til Norge hvor det ikke fantes noe betydelig miljø innen teoretisk fysikk. Han hadde mange invitasjoner fra større og viktigere nasjoner, men likevel reiste han først til Norge.

Mange ulike forslag til forklaring kan konstrueres, og antagelig var det flere momenter som sammen gjorde utslaget. Det virker imidlertid sannsynlig at et av Einsteins motiv var å gi sitt bidrag til å starte en prosess hvor Tyskland igjen kunne få normale forbindelser med resten av Europa. Skulle det være utsikter til å lindre noe av all lidelsen Einstein daglig så hjemme i Berlin, måtte Tyskland inkluderes i oppbyggingen av det nye Europa. Og hva var da bedre enn å starte med ungdommen i et nøytralt land? Einstein antydte allerede ved ankomsten til Norge noe i denne retning. I et intervju med *Aftenposten* uttrykker han *sin glæde over, at han havde faaet indbydelse af studenterne til at besøge Kristiania og lære ungdommen i et neutralt land at kjende.*

At slike tanker var viktige for ham ser vi også i intervjuet han ga til den danske avisen *Politiken* på vei hjem: *Jeg mener, at Videnskaben bør bygge Bro mellem Nationerne, og jeg vil gerne gøre, hva lidt jeg formaar, til at knytte de mange Baand, som den forfærdelige Krig har faaet til at bryde.*

Hilsen til studentene

Under oppholdet i Norge hadde Einstein lovet å skrive en hilsen i studentenes tidsskrift *Akademisk revy*. Hilsenen sendte han fra Berlin i september, og den kom på trykk 2. oktober. I sin avslutningshilsen er Einstein opptatt av hvilken rolle studentene kan spille i oppbyggingen av et nye Europa:

Ved siden av upersonlige og rent saklige forbindelser som forener alle land, trengs ektefølende, frie mennesker med et klart blikk og god vilje. Dere er slike mennesker, og det er å håpe, at dere som studenter i et nøytralt land, kan bringe verdifulle bidrag til helbredelsen av den europeiske psyken.

Med de beste ønsker om fremgang for Det norske Studentsamfund og norsk forskning.

Deres Albert Einstein

Referanser

1. Nils Voje Johansen og Finn Ravndal: *Jørg T. Jebsen og Birkhoffs teorem*. Fra *Fysikkens Verden* **66**, Nr. 4, 96–103 (2004)
2. Nils Voje Johansen: *Einstein i Norge*. Cappelen (2005) I denne boken finnes også referanser til de enkelte opplysningene i ovenstående artikkel.

Nobelpriset i fysik 2005 – Om fotoner

Mikael Lindgren *

Årets Nobelpris i fysik belönar tre forskare inom det "fotoniska" området. Roy Glauber belönas för sin teoretiska beskrivning av ljuspartiklarnas fas och amplitud, och härmed också tolkningen av fotoners koherensegenskaper. Priset delas med John Hall och Theodor Hänsch som varit pionjärer där det gäller utvecklingen av laserbaserad precisionsspektroskopi, speciellt med avseende på frekvensbestämning av atomers och molekylers emitterade ljus.



Fotoner är "beståndsdelen av ljus", enligt kvantelektrodynamiken i form av elektromagnetiska energiexcitationer av det vakuumfält som genomtränger all känd materia. Maxwells ekvationer som sammanfattar den elektromagnetiska teorin lades fram i slutet av 1800-talet. Genom detta teoretiska genombrott blev det slutligen fastlagt att ljus är ett elektromagnetiskt fenomen. Förståelsen för optiska fenomen vidareutvecklades i början av 1900-talet och idag använder vi i princip samma elektromagnetiska tolkningsmodell för att förstå och förutse de flesta fenomen inom "klassisk optik". I denna uppträder ljus precis som de radiovågor vi idag nyttjar inom modern kommunikationsteknologi med sändare och mottagare, t ex för mobiltelefoner, TV- och radioapparater.

Växelverkan mellan ljus och material sker genom polarisation inducerad av ljusets elektromagnetiska fält. Diffraktions- och spridningsteoretiska modeller baseras på de elektromagnetiska gränsvillkoren.

Parallellt med att Maxwells elektromagnetiska teori blev etablerad i början av 1900-talet fanns indikationer om att energin i ljus endast kunde avges i bestämda mått, s.k. energikvanta eller "fotoner". Dessa blev experimentellt fastställda indirekt genom Plancks strålningslag, samt Einsteins förslag till förklaring av den fotoelektriska effekten. Detta ledde till den "våg-partikel-dualism" som orsakade mycket huvudbry vid den inledande utvecklingen av kvantmekaniken: ljus precis som många elementarpartiklar uppvisar en dubbelnatur – det kan betraktas som både en vågrörelse och en ström av partiklar. Vid slutet av 20-talet kunde slutligen dessa optiska energi-kvanta få en tillfredställande förklaring inom ramen för kvantmekaniken, så kallad kvantelektrodynamik. Förståelsen för fotoner och dess växelverkan med materia kom till genom insatser av främst Dirac (teori) samt Fermi (experimentell verifiering). De tidiga experimenten som validerade kvantelektrodynamiken gjordes främst inom högenergifysik. I slutet av 50-talet och början av 60-talet hade den moderna teknikutvecklingen inom elektronik och optik kommit igång. Det blev möjligt att detektera ljus i mycket små mängder, enfotondetektorer baserade på halvledarteknik. Nya metoder att framställa ljus utvecklades, ljusdioder och laser.

Fotonkorrelation och kvantoptik

Fram till början av 60-talet antog man att svaga ljuströmmar från termiska källor (som lampor och stjärnor) kunde beskrivas som en helt slumpmässig ström av partiklar. Till sin förvåning upptäckte man i speciella interferensexperiment att fotonerna påvisade en korrelation, precis som om en efterföljande foton hade fas-egenskaper som var

*Institutt for fysikk, NTNU, Trondheim

relaterade till en foton som tidigare detekterats. Slumpmässigt utsända fotoner antogs i den traditionella klassiska beskrivningen beskrivas fullt ut enbart av intensitetens frekvensspektrum. Glauber utgick från en kvantmekanisk beskrivning där fotonstillstånden var en superposition av tillstånd med både fas och amplitud. Genom att även tillämpa en strikt kvantmekanisk betraktelse på detektionsförloppet – kvantstillståndet förändras genom att en foton absorbers – kunde han ge en korrekt beskrivning av "korrelationen" observerad i experiment med få fotoner emitterade från termiska källor. Glaubers insats var således att riktigt tillämpa kvantelektrodynamik på ett klassiskt optiskt experiment, och kan sägas vara startskottet på forskningsområdet "kvantoptik" i mitten av 60-talet.

Kvantoptik och kvantinformatiosteknik är relativt nya forskningsområden där de extra möjligheter som kvantmekaniken tillåter i förhållande till klassisk informationsteori utnyttjas. I klassisk informationsteori utnyttjas tillstånden "0" och "1" och en variabel har antingen värdet "0" eller värdet "1". I kvantinformatiosteori är det möjligt att använda superpositioner "0" och "1", vilket gör det möjligt utföra parallella beräkningar på båda värdena samtidigt. Man har visat teoretiskt att vissa beräkningar, t ex primtalsfaktorisering och sökning av databaser, kan göras betydligt snabbare än i konventionella datorer. Man kan tänka sig flera olika tekniker för att realisera kvantinformationsberäkningar. Fotoner är en av de viktigaste teknikerna för kvantinformationsöverföring. Man har bland annat teoretiskt visat att det är möjligt att genomföra kvantberäkningar med hjälp av endast optiska komponenter och fotondektion. En av kvantkommunikationens främsta applikationer som idag finns realiserbara är fundamentalt säker nyckelöverföring vid kryptering. Ofta kallas detta kvantkryptografi, vilket är något missvisande eftersom man använder vanliga "klassiska" krypteringsmetoder. Det är bara själva nyckelöverföringen som är kvantmekanisk. Genererandet av kvantkorrelerade foton-tillstånd och objekt är en nyckelforskning inom kvantinformation. Även om kvantdatorer inte blir verklighet inom överskådlig framtid – så kan den teknik som utvecklas i dess namn användas för att göra känsligare sensorer och effektivare kommunikationssystem. Utvecklingen inom detta område är svår att förutse eftersom kvantinformation kräver teknik som ännu inte finns och som dessutom ligger på

gränsen för vad som är fysikaliskt möjligt. Den kunskap vi har idag inom kvantoptik baseras i hög grad på den teoretiska metodik som introducerades av Glauber i början av 60-talet.

Laser medger precisionsmätning

Lasern uppfanns i början av 60-talet och med denna en helt ny form av fotongenerering. Tidigare var man hänvisad till ljuskällor baserade på termiska källor eller olika typer av elektriska urladdningar av olika atomer, oftast i gasfas. I lasern kunde man framställa en stor mängd energikvanta i termer av fotoner, alla med mycket specifik frekvens och mer eller mindre kontrollerad fas i termer av laserns koherensegenskaper. Detta utnyttjades av John Hall och Theodor Hänsch för att under 70- och 80-talet utveckla mycket noggranna metoder för att bestämma frekvensen hos atomära övergångar. Metodiken baserades initialt på mycket frekvensstabila lasrar som tillåter "låsning" till en atomövergång. Som exempel kan nämnas hyperfinövergången för ^{133}Cs som ligger i mikrovågsområdet, och som på början av 60-talet kom att definiera enheten för tid (1 sekund är 9 192 631 770 perioder för denna övergång hos ^{133}Cs). Hall och Hänsch var pionjärer där det gällde att mäta optiska frekvenser mycket noggrant, och härmed både förfina och förenkla mätningen av tid. Detta har förenklats definitionen av andra storheter. På liknande sätt angavs metern tidigare som 1 650 763.73 våglängder för övergången $2p_{10} 5d_5$ hos isotopen ^{86}Kr . Då exakt tids/frekvensmätning blev möjlig kom man istället att enas om att en meter skall definieras som den längd med vilket ljuset färdas under $1/299\,792\,458$ delar av en sekund.

Som lasertekniken har haft en enastående utveckling har tekniken förfinats ytterligare. Hall och Hänsch har även varit med och leda de senare årens utveckling av frekvensmätningstekniker med kortpulsade lasrar. Metodiken bygger på femtosekundlasrar som kan göras "modlåsta" i den meningen att ett stort antal pulser i ett pulståg kan framställas med exakt samma fas. Härmed har man i princip åstadkommit samma precision som en kontinuerlig laser med mycket smal och stabil emissionstopp. Skillnaden är att i de kort pulsigas lasrarna erhålls ett helt spektrum av frekvenser, där varje specifik frekvens utgörs av den eller de möjliga kavitetsmoderna. Dessa känner man, och med frekvenskonverteringstekniker kan man

kombinera och "låsa" hela eller delar av ett optiskt spektrum, och extrapolera fram frekvensen i absoluta mått. Hall och Hänsch har under de senare åren både tillsammans och i konkurrens, utviklet olika modlåsningstekniker på detta. Idag mäter man frekvensen med 15 siffrors noggrannhet! Vissa av dessa teknikar har visat sig gå att göra enkla och baseras på relativt billig optisk fiberteknik som utviklets och massproduseras för optisk telekommunikation. Således har de eksakte frekvensmätningsteknikerna i princip blivt till "varmans egendom" som de nu kan sätts opp i enklare optiklab.

Sammanfattningsvis har årets Nobelpris i fysik synliggjort vad modern fotonisk teknologi kan åstadkomma. Här finns nya muligheter att undersöka kompliserte kvant-optiske fenomen og gjøre eksakte mätningar med hitintills ööverträffad precision, också med tämligen enkla uppställningar. Det finns troligen även många nya spännande og kanskje till og med nyttiga tillämpningar runt hörnet. Det är bara att gå ut i labbet og börja jobba.

Fakta om pristagarna

Roy J. Glauber, född 1925 i New York, NY, USA (amerikansk medborgare). PhD i fysik 1949 vid Harvard University, Cambridge, MA, USA. Mallinckrodt Professor i fysik vid Harvard University.

John L. Hall, född 1934 i Denver, CO, USA (amerikansk medborgare). PhD i fysik 1961 vid Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh, PA, USA. Senior Scientist vid the National Institute of Standards and Technology samt Fellow vid JILA, University of Colorado, Boulder, CO, USA.

Theodor W. Hänsch, född 1941 i Heidelberg, Tyskland (tysk medborgare). PhD i fysik 1969 vid University of Heidelberg. Föreståndare för Max Planck-Institut für Quantenoptik, Garching, samt professor i fysik vid Ludwig-Maximilians-Universität i München, Tyskland.

Mer detaljerad info med länkar finns på: www.kva.se

∞

Konferanse

13. General conference of the European Physical Society

Konferansen ble holdt i Bern, 11. til 15. juli 2005, og hadde tittelen "*EPS 13 Beyond Einstein-Physics for the 21. Century*". Den var også avslutningen på 100-årsfeiringen av *annus mirabilis* i Bern. Vi var to fysikklærere fra Trondheim Katedralskole som var så heldige å få være med.

Einstein-feiringen startet allerede lørdag 9. juli med *International Celebration Day* i Berns Kulturkasino. Den hadde følgende program:

Formiddag: *Celebration Symposium* med tittel "*Perspectives for Physics in Einsteins Tradition*". Der var foredrag av Anton Zeilinger, Østerrike, Claude Cohen-Tannoudji, Frankrike, og Alan Guth, USA. Disse tok for seg tre Einstein-temaer fra 1905: *fotoner*, *atomer* og *relativitet*. (Foredragene er spilt inn på DVD, ifølge EPS-news september/oktober 2005).

Ettermiddag: Fest i Kulturkasinoets konsertsal med tusen gjester fra politikk, vitenskap og industri m.m. Murray Gell-Mann (Kvarkenes far) holdt foredrag, og etterpå ble han tildelt "Bern Einstein-medaljen". Av kunstneriske innslag nevner vi "Five Madrigal Stanzas" for fiolin og piano av Bohuslav Martinu, tilegnet fiolinisten Albert Einstein.

Kveldsprogrammet gikk i Historisk museum, og ble kalt "Night of Physics".

Søndag 10/7 var det utflukt til Jungfrau och med tannhjulsbane til 3500 moh, der det er en vitenskapelig målestasjon.

Mandag 11/7 begynte med tre plenumsforedrag:

1. *100 years of relativity*, ved Thibault Damour fra Frankrike.
2. *Attosecond Physics*, ved Ferenc Krausz fra Tyskland.
3. *Brownian Motions and Later Developments*, ved Giorgio Parisi fra Italia.

Deretter startet følgende parallele konferanser:

1. Photons, Lasers and Quantum Statistics
2. Relativity, Matter and Cosmology
3. Brownian Motion, Complex Systems and Physics in Biology.

Deltakerne på 1. konferanse fikk også være med på busstur til *Synchrotron Light Source* (SLS).

Pustehull i det kompakte programmet var bl.a. en spesialutstilling, "*Albert Einstein (1879-1955)*", i Historisk Museum, mandag kveld. (Denne utstillingen vil være åpen til 17/4-2006.)

Tirsdag kveld var det "Tanker i ord og musikk", og onsdag kveld *Conference Dinner*.

Under hele konferansen var det stands fra CERN, ESA, ESO m.fl. En dansk gruppe, Euro-PhysicsFun (www.europhysicsfun.org), presenterte en rekke fantasifulle eksperimenter.

Fredag 15/7 var det "åpen dag" for publikum.

For oss vanlige fysikklærere i vgs. var dette et skikkelig faglig "påfyll". Dessuten fikk vi knytte nye verdifulle kontakter, f.eks. med Alan Guth, inflasjonsteoriens far. Den sosiale delen var perfekt, og Bern var en stor opplevelse.

Gustav H. Bernhardt og Helge Ræder

∞

Hva skjer

Alumnusforening på Blindern

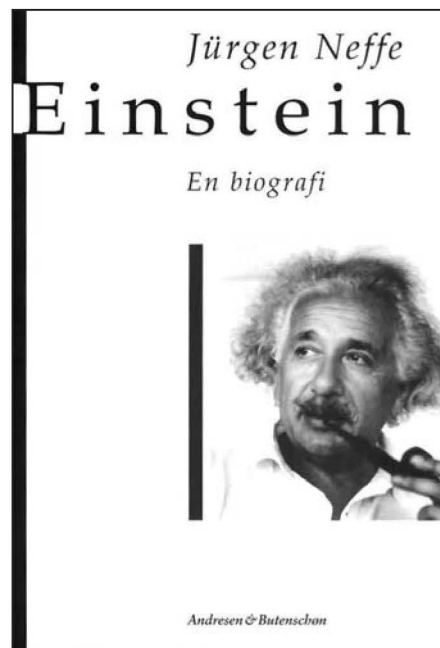
Fysikere fra Universitetet i Oslo har nå fått sin egen alumnusforening, *FI Alumnus*. Dette er en forening for alle som ønsker å holde kontakten med tidligere medstudenter, andre fysikere utdannet på Blindern og miljøet ved Fysisk institutt, UiO. Gjennom alumnusmedlemskap vil en få anledning til å delta i sosiale og faglige aktiviteter, samt utveksle tanker, ideer og erfaringer med andre tilknyttet Fysisk institutt. Se Internett: <http://alumnus.uio.no> Her kan en også melde seg inn. Medlemsskapet er gratis og uforpliktende.

Magnhild Sægrov
magnhild.sagrov@fys.uio.no

∞

Bokomtaler

Jürgen Neffe: *Einstein*. En biografi. Andresen & Butenschøn AS, 2005. ISBN 82-7694-193-1 (492 sider) 339 kr.



Einsteinbiografi for hvermannen

Forleden ble jeg oppmerksom på en omtale i avisa VG av Jürgen Neffe sin omfangsrike bok om Albert Einstein. Jeg ble nokså forskrekket, for skriveriet til skribenten Sølvi Wærhaug slo fast at vitenskapsmannen og humanisten Albert Einstein faktisk var helt hensynsløs og ganske ufølsom i forholdet til sin nærmeste familie. Framstillingen ga inntrykk av at denne biografien må være en riktig godbit for elskere av ondskapsfullt slarv og sladder, som med skadefryd jafser i seg fra lektyren "Sjå og hor". Jeg iler med å meddele at budskapet i VG er et eklatant eksempel på hva djevelen kan lese ut av Den hellige skrift. Sølvi Wærhaug representerer her en frekk og skamløs sensasjonspresse. Det hun nevner, er ensidig og løserevet fra sin sammenheng. Hun fordreier, fortier og underslår.

Boka "Einstein. En biografi", som er utgitt av forlaget Andresen & Butenschøn AS, er nemlig et ærlig og solid stykke arbeid. Den er nok den mest grundige og omfattende skildringen av Einstein sitt liv og virke, som hittil er kommet på norsk. Jeg berømmer oversettelsen til Benedicta Windt fra det tunge tyske språk til ord og vendinger som passer og klinger vel her mellom norske fjorder og fjell.

Neffe starter fortellingen nærmest som innledningen til en kriminalroman, der han legger ut om tyveriet av Einsteins hjerne etter at vitenskapsmannen var gått inn i evigheten. Det er mulig at dette opplegget pirrer nysgjerrigheten hos lesere som er ganske uten viten om den store fysikeren. Deretter følger en utgreiing av forholdene omkring den begivenheten som førte til at Einstein ble verdensberømt. Forfatteren tar for seg Einsteins liv og virke både som vitenskapsmann, privatperson og samfunnskritiker. Han blander ikke sammen disse tre områdene, men behandler forskjellige tema fra dem i hvert kapittel. Jeg er ikke særlig lykkelig med dette opplegget, for det medfører at det blir stadige sprang fram og tilbake i tid. Jeg foretrekker en streng kronologisk biografi, der vi følger hovedpersonens opplevelser, handlinger og utvikling framover gjennom livet.

Det er bra at boka er utstyrt med et personregister over de forskjellige folk vi støter på i denne teksten. Men jeg savner virkelig et stikkordregister. Det hadde vært mer nyttig enn de 30 sidene med sitathenvisninger, som bare kan tjene som bevis for at forfatteren har sitt på det tørre. Jeg minnes ei strofe fra visa "Strikkemøte" av min avdøde venn Vidar Sandbeck: "Mens strikkepinna klirre vil hu Sara seja sitt, men nevner først så alle hører: Det er itte ordet mitt". Kanskje burde forlaget tatt jobben med å finne ut hvilke av kildene som faktisk finnes i norsk språkdrakt og oppgitt den versjonen.

Neffe tar grundig livet av den tåpelige myten om at Einstein var treg og hadde vanskelig for seg på skolen. Han gir en god framstilling av at livet til en iherdig forsker egentlig er en evig kamp og et voldsomt slit. Egentlig er det en stadig egoistisk flukt for å slippe unna hverdagslivets trøstesløse tomhet og forstyrrende trivialiteter. Det krever evne til fullstendig konsentrasjon. Slike skapende sinn trenger avlastning fra det dagliglivets bekymringer, ikke en omgangskrets som representerer en ekstra byrde av gneldring og gnål.

De spredte forsøkene forfatteren gjør på å tolke og trenge inn i sinnstilstanden til dette geniet, er muligens nokså tafatte og lite overbevisende. Men han får i alle fall fram at selv denne engasjerte mannen ble merket av det som får hete sjelens ubotelige ensomhet. Mennesket Albert Einstein sitt skarpsinn og evne til medfølelse bør vekke respekt og beundring.

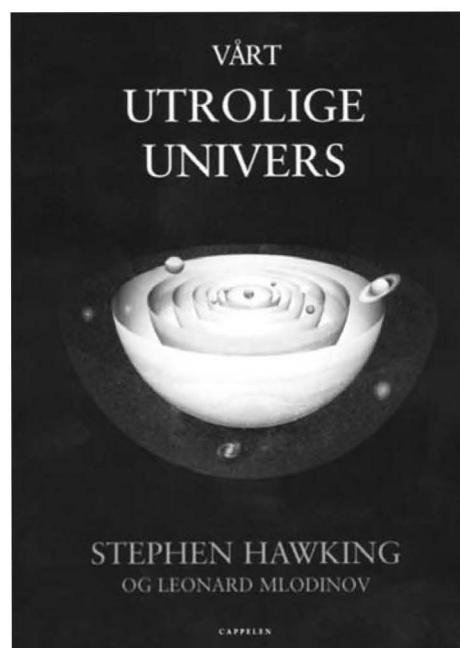
Teoriene og vitenskapen til Einstein er nok blitt både enklere og grundigere forklart i andre bøker og artikler. Men denne biografien gir en utmerket

helhet og verdifull oversikt over gjerning og livsløp til den fremste fysiker i det 20. århundre. Boka er vel verd å ofre sin tid på.

Henning Knutsen

∞

Stephen Hawking og Leonard Mlodinov:
Vårt utrolige univers. J.W. Cappelen Forlag, 2005. ISBN-13:978-82-02-24760-7, ISBN-10:82-02-24760-8 (199 sider) 398 kr.



En lettere Hawking?

Den første populærboka til legenden Stephen Hawking ble oversatt til norsk og publisert i 3 forskjellige utgaver. Den første utgaven av *"Univers uten grenser"* hadde muligens en altfor grå og kjedelig layout. Denne ble også utgitt i Bokklubbens kulturbibliotek i 2001, uten forbedringer. Da hadde den allerede i 1997 kommet i en utvidet praktutgave med særdeles vakre fargeillustrasjoner. Den er nå omskrevet til en kortere versjon med tittelen *"Vårt utrolige univers"*. Antagelig er den ment å kunne nå et større publikum. For den første boka skal visstnok ha voldt besværlig hodepine for folk som ønsket å lese berømtheten, men som var uten trening i naturvitenskaplig tenkning.

Jeg røper øyeblikkelig at jeg ikke synes om den nye boka. Fargeillustrasjonene her er på langt nær av samme fremragende kvalitet som i praktutgaven.

Jeg vil virkelig våge å påstå at folk som vil lese populærvitenskap, må være seg bevisst at slik lesing

ikke er tidtrøtte. En må ta seg tid til grundig tanke og stadig ettertanke om en skal lese med utbytte. En må faktisk til en viss grad lære stoffet og frakte med seg helt vesentlige deler av tilfanget underveis. Populærvitenskap er ikke romaner som hvem som helst kan sluke i en jafs.

Etter min mening prøver nå Hawking seg på en umulig oppgave. Relativitetsteori, gravitasjon, kosmologi og kvantemekanikk er subtile og krevende emner som ikke kan beskjæres til beinet uten risiko for at stoffet blir ganske uforståelig. Dette minner litt om de virkelig dårlige pedagoger og redaktører en har opplevd i sitt liv, disse som faktisk fjernet deler av resonnementet for å ha en kortfattet tekst.

Dertil synes jeg at det egentlig er noe av det mest spennende stoffet som er blitt borte i denne boka. En skal unne folk gleden de kan oppleve når de undrer seg. Det er nemlig møtet med det ukjente som utfordrer tanken, det som det er verdt å streve med og strebe etter. Selv om det er satt på spissen, vil jeg hevde at folk som ikke gidder anstrenge tanken, neppe har mulighet til å oppfatte det mystiske. Vår tids fysikk og astronomi representerer særs spennende funderinger, men en må ta seg på tak for å tilegne seg såpass kunnskap at en kan fatte det gåtefulle.

Øyvind Grøn har oversatt boka, og det er bra at forlaget har valgt en solid fagmann til dette arbeidet. Han vet hvilke ord og uttrykk som benyttes på norsk. Men jeg likte ikke at han overførte den engelske betegnelsen *wormhole* til *ormehull*. Ordet *markhull* ville vært et bedre valg. Vi minnes jo spøken om hva som er verre enn å se en mark i et eple. Det er å se en halv mark i et eple! Her har vi faktisk et ypperlig eksempel på en matematisk funksjon som er diskontinuerlig i et punkt. For det må være enda verre å se $1/3$ mark i eplet, og verre og verre blir det når vi nærmer oss grensen. Men i selve grensen blir eplet fortært med upåklagelig appetitt.

Jeg ønsker å påpeke at Hawking har et temmelig slurvet forhold til fysikkhistorie. Han hevder faktisk at Alexander Friedmann kun behandlet kosmologiske modeller med positiv romkrumning. Det er *ikke* riktig. Friedmann skrev to forskjellige forskningsarbeider om kosmologi, og i det siste arbeidet tok han for seg modeller med negativ krumning. Disse artiklene fra 1922 og 1924, eksisterte riktignok bare på tysk fram til 1987. Da kom de på engelsk i boka *"Cosmological Constants"* med J. Bernstein og G. Feinberg som redaktører. Til overmål ble Friedmann-artiklene i året 2000 utgitt som *"Golden*

Oldies" i journalen *General Relativity and Gravitation*, som er nødvendig lektüre for enhver som sysler med dette faget. En forsker plikter å lese og holde seg *à jour* i faglitteraturen.

Det er skuffende at Hawking heller ikke denne gang benytter anledningen til å rette på den tabben han gjorde i forrige utgave der han hevdet at den historiske artikkelen til Alpher, Bethe og Gamow forutsa den iskalde radiostrålingen vi finner i verdensrommet. Det arbeidet inneholder ingen slik spådom, men forteller kun om fordeling av grunnstoffer.

Hawking forteller en god del om hvordan en kan reise gjennom tiden. Da ville det jo være mest spennende om en kunne bygge en tidsmaskin som en kunne benytte for å oppsøke fortiden med alle rare paradokser som en da får å stri med. Men jeg går ikke med på at det er så forunderlig at vi ikke har opplevd besøk fra framtiden. Hawking må da vite at disse konstruksjonene ikke kan bringe oss lenger tilbake enn til den tiden da tidsmaskinen ble bygget. Så mangel på visitt skyldes vel bare at vi ennå ikke har laget noen slik doning.

Den dårligste teksten i forrige utgave var i grunnen de tre meningsløst knappe essayene om Galilei, Einstein og Newton. Særlig den siste fikk en særdeles urettferdig, ja, nesten hatsk omtale. Men se, denne skrøpelige framstillingen er beholdt.

Til slutt vil jeg si hardt og brutalt at *"Vårt utrolige univers"* ikke holder mål. Den er ikke verdt å spandere skillinger på. Kjøp heller den tidligere praktutgaven og les den nøye. Den gir mulighet for mer fysikkforståelse og spennende leseropplevelser.

Henning Knutsen

∞

Nye Doktorer

Steinar Foss



Cand.scient. Steinar Foss forsvarte den 26/8 2005 sin avhandling *Transmission Electron Microscopy Studies of Atomic Ordering and Crystal Site Determination on the Nanometer scale* for graden dr.sient. ved Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Arbeidet er et studium i anvendelse av transmisjonselektronmikroskopi i analyser av nanomaterialer. Et moderne transmisjonselektronmikroskop (TEM) har en oppløsning ned til en tiendedels nanometer. Dette gjør direkte observasjon av atomer mulig.

Kunnskap om stoffenes oppbygning på atomært nivå gjør det lettere å forstå materialers syntese og egenskaper, noe som stadig blir viktigere i et samfunn der de teknologiske kravene øker. Avhandlingen er spesielt rettet mot TEM-teknikker for bestemmelse av orden og uorden i atomarrangementer på nanometerskala. Graden av orden (eller uorden) i hvorledes atomene er plassert har bl.a. betydning for materialers elektromagnetiske og optiske egenskaper.

Prosjektet er hovedsakelig eksperimentelt, der nye anvendelser av TEM-teknikker er demonstrert på forskjellige materialer, inkludert nanomaterialer produsert med moderne syntesemetoder.

Doktorgradsarbeidet er utført på Fysisk institutt ved Universitet i Oslo og Senter for materialvitenskap og nanoteknologi. Veiledere har vært professorene Johan Taftø og Arne Olsen

∞

Gaute Hagen



Cand.scient. Gaute Hagen disputerte 13. mai 2005 for dr.scient.-graden ved Universitetet i Bergen, med avhandlingen: *The Contour Deformation Method in Momentum Space, and Effective Interactions for Weakly Bound Nuclei*.

Vår forståelse av den fundamentale materien blir i dag videreutviklet ved studier av atomkjerner og kjernematerie under ekstreme forhold. Nye eksperimentelle muligheter har avslørt et fascinerende grenseland hvor selve eksistensbetingelsene for atomkjerner kan studeres. Vanlige atomkjerner har latt seg beskrive ved en skallmodell med fellestrekk med den vi kjenner fra atomenes elektronskall. Avhandlingen utforsker teoretisk spørsmålet om dette 'paradigmet' kan utvides til også å omfatte kjernenes grenseland. Ved å studere eksotiske lette halokjerner hvor et slør av nøytroner omgir et normalt sentralobjekt, settes beskrivelsen maksimalt på prøve. Hittil er halokjerner blitt forstått ved hjelp av fålegemeteori. Avhandlingen viser at en skallmodellinspirert mangelegemeteori med utgangspunkt i nukleonenes bevegelse, er en farbar vei også i grenseland, men langt fra triviell. En slik formulering, kalt en Gamow-skallmodell, byr på store teoretiske og numeriske utfordringer, ikke minst knyttet til dimensjonalitet. Dette søkes løst ved å formulere en effektiv vekselvirkning i et redusert rom. Denne vekselvirkningen bakes deretter inn i mangelegemeproblemet. Avhandlingen konkluderer med at dette er en fruktbar vei til mikroskopisk forståelse av eksotiske strukturer. Metoden åpner perspektiver mot tyngre kjerner hvor fålegemeteori er mindre relevant.

Doktorgradsarbeidet er utført i et samarbeid mellom UiB og Fysisk institutt ved UiO. Hagen er nå postdoktor ved Oak Ridge National Laboratory.

∞

Lars Gimmestad Johansen



Cand.scient. Lars Gimmestad Johansen disputerte 9. sept. 2005 for dr.scient.-graden ved Universitetet i Bergen med avhandlingen: *Radiation hard silicon microstrip detectors for use in ATLAS at CERN*.

Den nye partikkelakseleratoren Large Hadron Collider (LHC) som er under bygging ved CERN, vil kunne akselerere protoner til energier som tidligere ikke har vært tilgjengelige. ATLAS er en av fire detektorer ved LHC, og man håper at resultatene derfra skal kunne gi svar på sentrale spørsmål om universets minste byggesteiner og deres vekselvirkninger.

Universitetet i Bergen har vært med på planlegging og bygging av den sentrale spordetektoren i ATLAS. Silisium-mikrostripedetektorer som oppfyller de strenge kravene til presisjon som er satt for å kunne studere de prosessene som foregår i partikkelkollisjonene, er utviklet. Den høye kollisjonsraten ved LHC fører til at disse detektorene blir utsatt for mye stråling i løpet av de 10 årene ATLAS skal samle data. Avhandlingen omhandler forskjellige teknikker for å øke strålingshardheten til detektorene. Det presenteres en serie tester foretatt ved CERN på forskjellige detektordesign, hvor detektorene bestråles tilsvarende den dosen de vil motta i løpet av levetiden til ATLAS. Av spesiell interesse har det vært å se på hvordan strålingshardheten til detektorene endres dersom oksygenatomer blir prosessert inn i silisiumet. Strålingshard detektor-teknologi har relevans langt utover denne anvendelsen både innen partikkel- og romfysikk. I tillegg til disse bestrålingstestene presenteres også en del data fra de nær 2000 detektorene som er testet i Bergen før modulbygging til den operative spordetektoren.

Jens Ivar Jørdre



Cand.scient. Jens Ivar Jørdre disputerte 30. juni 2005 for dr.scient.-graden ved Universitetet i Bergen, med avhandlingen: *Rapidity and transverse momentum spectra and the reaction dynamics in Au+Au collisions at RHIC*.

Avhandlingen skildrer ulike dynamiske modeller for kollisjoner mellom tunge atomkjerner ved høye energier og diskuterer disse i lys av resultat fra BRAHMS-eksperimentet ved Brookhaven National Laboratory, USA, der Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC) er bygd opp. Når to tunge atomkjerner (her gull) kolliderer med en fart nær lyshastigheten, ventar ein at kvarkane, som ved låge energier er bundne i proton og nøytron i atomkjernen, vil skapa større system med fleire hundre kvarkar. I tillegg vil det verta produsert store mengder gluon. Denne blandinga vert kalla eit kvark-gluon-plasma.

For å vurdere om eit kvark-gluon-plasma er produsert, må ein studera dei dynamiske prosessane i kollisjonen. Blir gullkjernane stoppa heilt, eller kan det sjå ut som om kjernane passerer transparent gjennom kvarandre? Når ein har fått ein peikepinn på dei dynamiske prosessane kan ein estimere energitettleiken og vurdere om han er stor nok til at kjernematerien går frå vanleg hadronisk (proton og nøytron) til partonisk (kvarkar og gluon) materie.

Full stopp eller transparent kollisjon har lenge vore diskutert knytt til modeller av Landau og Bjorken, der ein ser bort ifrå partikkelrørsler som ikkje er i same retning som dei innkomande kjernane. Resultat frå RHIC er samanlikna med desse modellane. Enkelte resultat ser ut til å peika i retning av Landau, medan andre er i Bjorken sin favør.

Doktorgradsarbeidet er utført delvis ved UiB og delvis ved Brookhaven National Laboratory. Professor Dieter Röhrich har vore rettleiar.

Inger Rudvin



Cand.scient. Inger Rudvin forsvarte 13. september 2005 sin avhandling *Putative magnocellular and parvocellular contribution to the visual evoked potential*, for dr.scient.-graden ved NTNU.

Doktorgradsarbeidet er et bidrag til å videreutvikle en metode for å utrede spesielle synsavvik. Hjernens bearbeiding av synsinntrykk ledsages av endringer i den elektriske spenningen målt mellom forskjellige punkter på hodeskallen. Slike elektriske signaler, også kalt kortikale synspotensialer, utløses for eksempel når man ser raskt vekslende farger eller kontraster på en fjernsynsskjerm. I avhandlingen presenterer Rudvin forsøk på å finne signalbidraget fra forskjellige synsbaner. De tre dominerende nervebaner fra netthinnens staver og tapper til synsbarken i hjernen, klassifiseres som magnocellulære (MC), parvocellulære (PC) og koniocellulære (KC). To av disse, PC- og KC-nettverkene, danner grunnlaget for fargesyn, mens MC-nettverket er særlig følsomt for raske kontrastendringer, for eksempel skygger i bevegelse. Rudvin finner at nattsyn (stavsyn) formidles av både MC og PC-nervebanetypene, ikke bare av MC-banene slik en del forskere har hevdet.

Å finne signalbidraget fra de forskjellige synsbanene kan ha betydning der det er mistanke om at redusert synsfunksjon er knyttet til defekter i én av de parallelle kanalene. For eksempel er ifølge en omstridt teori, noen former for dysleksi forbundet med funksjonssvikt i det raske MC-nettverket.

Arbeidet er utført ved Institutt for fysikk, NTNU, med professor Arne Valberg som veileder. Det er finansiert av NTNU, Norges Blindforbund og Eckbos legat. Inger Rudvin arbeider nå ved Øyeavdelingen ved St.Olavs hospital i Trondheim.

Jo Smiseth



Sivilingeniør Jo Smiseth disputerte 5. oktober 2005 for graden dr.ing. ved NTNU, med avhandlingen *Critically and novel quantum liquid phases in Ginzburg-Lindau theories with compact and non-compact gauge fields*.

Ved romtemperatur og én atmosfæres trykk, er hydrogen en gass av molekyler med ett elektron bundet til ett proton. Gassen kan ikke lede elektrisk strøm da det ikke finnes frie ladningsbærere. Ved ekstremt høye trykk på flere millioner atmosfærer, forventes hydrogen å dissosiere til en to-komponent metallisk væske av protoner og elektroner. Når man senker temperaturen til denne væsken forventes elektronene å bli superledende; det kan altså gå en tapsløs strøm av elektroner i væsken.

Når temperaturen senkes ytterligere, forventes også protonene å bli superledende. Faseoverganger og kritiske egenskaper til et slikt system av to superledende komponenter (proton-superledning og elektron-superledning) kan beskrives av Ginzburg-Landauteori. Smiseth har studert denne teorien blant annet ved hjelp av superdatamaskiner, og funnet at slike systemer ikke bare har superledende egenskaper, men også superfluidegenskaper. Det betyr at denne tokomponentvæsken av elektroner og protoner også kan føre en tapsløs massestrøm. Dette setter flytende metallisk hydrogen i en ny klasse av kvantevæsker, kalt superfluid-superledere.

Arbeidet er utført ved Institutt for fysikk, NTNU, med professor Asle Sudbø som veileder. NTNU og Norges forskningsråd ha finansiert studiet. Jo Smiseth er nå ansatt som senioringeniør i Statoil.

∞

Tor Arne Vestad



Cand.scient. Tor Arne Vestad forsvarte 30/6 2005 sin avhandling *On the development of a solid state, low dose EPR dosimeter for radiotherapy* for graden dr.scient. ved Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Visse materialer (f.eks. tannemalje og sukker) blir permanent endret hvis de eksponeres for ioniserende stråling. Dette gjør det mulig å bestemme stråledosen som materialet har absorbert ved hjelp av Elektronparamagnetisk-resonansspektroskopi. Dette prinsippet, som kalles EPR-dosimetri, er basert på kvantitative målinger av strålingsinduserte stabile radikaler i det bestrålte materialet (dosimeteret). Den laveste stråledosen det er mulig å estimere med EPR-dosimetri er bestemt av de fysiske og kjemiske egenskapene til dosimeteret som anvendes.

I avhandlingen diskuteres mulighetene for å anvende materialet litiumformiat som dosimetermateriale for nøyaktige målinger av lave stråledoser med EPR dosimetri. En rekke formiater (salter av maursyre) er blitt testet med hensyn på essensielle dosimeteregenskaper, med litiumformiat som den beste dosimeterkandidaten. Potensialet til EPR-dosimetri med litiumformiat er videre undersøkt ved en sammenligning med termoluminescensdosimetri, som er mye anvendt på sykehus. Videre er de strålingsinduserte radikalerne i litiumformiat undersøkt med hensyn på molekylær natur og krystallinske omgivelser. En ny teknikk for å estimere effektive røntgenstråleenergier er foreslått. Konklusjonen er at EPR-dosimetri med litiumformiat kan være anvendbar for lavdosemålinger i forbindelse med for eksempel stråleterapi.

Veiledere for prosjektet har vært professorene Eli Olaug Hole og Einar Sagstuen.

Per Erik Vullum



Sivilingeniør Per Erik Vullum forsvarte 26. september 2005 sin avhandling *Ferroelastic LaCoO₃-based polycrystalline ceramics – A transmission electron microcopy and X-ray diffraction study* for graden doktor ingeniør ved NTNU.

I doktorgradsarbeidet studeres en interessant gruppe keramiske materialer som viser en uvanlig ikke-lineær sammenheng mellom spenning og tøying. Når en ytre kraft påvirker et slikt materiale kan krystallstrukturen endre seg for å kunne absorbere energien til den ytre kraften. Når kraften fjernes vil ikke krystallen gå tilbake til den opprinnelige strukturen, men få permanente endringer. Disse materialene klassifiseres som *ferroelastiske*.

Vullum har studert de uvanlige mekaniske egenskapene til de ferroelastiske materialene ved å bruke transmisjonselektronmikroskopi og røntgendiffraksjon. I tillegg er mekanisk spenning/tøyningsrespons blitt målt. I doktorgradsarbeidet er det lagt vekt på å forstå den ferroelastiske oppførselen som funksjon av spenning, kjemisk komposisjon og temperatur, fra atomær til makroskopisk skala.

Arbeidet er utført ved Institutt for fysikk, NTNU, med professor Randi Holmestad som hovedveileder. Professorene Tor Grande og Mari-Ann Einarsrud ved Institutt for materialteknologi, NTNU, har vært medveiledere. Arbeidet er finansiert av Institutt for fysikk og NTNUs strategiske område Materialer. Per Erik Vullum ble sivilingeniør ved NTNUs linje for fysikk og matematikk i 2001, og er nå ansatt i postdoktorstilling ved Institutt for fysikk, NTNU.

∞

Trim i FFV

FFVT 4/05

Pengeflytting

To en-kroner og to ti-kroner er plassert i fire av fem rom, som vist på figuren. Oppgaven består i å la en- og ti-kronemyntene bytte plass ved nøyaktig åtte trekk. Trekkene må være slik at en mynt enten flyttes direkte til et ledig naborom, eller den hopper over en nabomynt til et ledig rom.



Løsning FFVT 3/05

Tautyven

En tyv ville stjele så mye som mulig av tauene til to kirkeklokker. Tauene hang ned gjennom hver sitt hull i et 10 m høyt tak, med ca. 25 cm mellomrom. Loftet over var avlåst. Tyven var en mester i å klatre i tau og var utstyrt med kniv, men han ville slå seg i hjel hvis han falt ned fra over 5 m høyde.

Problemet har minst to løsninger når en ser bort fra at klokkene kunne ringe under operasjonen.

Løsning 1:

Tyven binder sammen endene på de to tauene A og B , og klatrer til topps på A . Han kutter så B i en passende avstand fra taket til å kunne knytte en løkke av stumpen, og lar B falle ned. Så skifter han over til å henge i løkka mens han kutter A så høyt oppe som mulig. Deretter trer han A gjennom løkka og drar tauet gjennom til skjøten. Han firer seg ned langs det dobbelte tauet og drar hele tauet ned etter seg. Bare B -stumpen henger nå igjen.

Løsning 2:

Tyven klatrer til topps på A og kutter B et passende stykke under taket til å kunne knytte sammen de to bitene med en knute som holder så lenge den belastes. Så skifter han over til å henge i B mens han kutter A så høyt oppe som mulig. Deretter firer han seg ned og rister i tauet så knuten løsner. B -stumpen som blir hengende igjen blir da omtrent like lang som i første tilfellet.

∞

Nytt fra NFS

Fysikermøtet 2007

I forbindelse med planleggingen av Fysikermøtet 2007, ønsker vi at våre medlemmer skal komme med synspunkter og innspill om hvordan vi bør arrangere fremtidige fysikermøter. En tydelig link til et spørreskjema finnes på Selskapets nettsider <http://www.norskfysikk.no/nfs/> Vi håper at så mange som mulig tar seg tid til å svare på noen spørsmål og komme med synspunkter.

Styret

∞

Nye medlemmer 8. november 2005

Anette Lauen Borg
Maridalsv. 235A, 0467 Oslo

Ellen Grønvik
Byåsen vgs. 7484 Trondheim

Aksel Hiorth
Chr. Bjellandsgt. 32, 4026 Stavanger

Odd Løvhaugen
SINTEF IKT Pb. 124 Blindern, 0314 Oslo

Ellen Osmundsen
Minister Ditleffsv. 17B, 0862 Oslo

Ann-Cecilie Sunde
Fysisk inst. UiO, Pb. 1048 Blindern, 0316 Oslo

marita Sørbo
Inst. for fysikk og teknologi, UiB, Allégt. 55, 5007 Bergen

Sidsel Fretheim Thomassen
Frode Rinnansv. 36, 7050 Trondheim

∞

**God Jul og
Godt Nytt År!**

Retningslinjer for forfattere

Fra Fysikkens Verden utgis av Norsk Fysisk Selskap og sendes til alle medlemmer. Disse er vanligvis utdannet fra universiteter og høyskoler med fysikk i sine fagkretser. Men andre kan også abonnere på bladet, og blant disse er elever og biblioteker ved videregående skoler. Bladet gis ut fire ganger i året, i mars, juni, oktober og desember. Tidsfristene for stoff er hhv. 1. februar, 1. mai, 1. september og 1. november. Opplaget er f.t. 1900.

FORMÅLET MED FFV er å gi informasjon til alle med interesse for fysikk, og tidsskriftet ønsker å bygge bro mellom forskere, fysikklærere, studenter og andre interesserte. Ikke minst ønsker FFV å være til hjelp for elever og lærere i videregående skoler og andre undervisningsinstitusjoner. Dette krever at artikler og annet stoff er skrevet på en lett og forståelig måte på norsk uten unødig bruk av spesielle faguttrykk og matematikk. Faguttrykk som må brukes må defineres, og matematikken bør være forståelig for vanlige fysikkstudenter. En mindre eksakt verbal form er oftest å foretrekke, men det må brukes standard begreper og enheter. Husk at artiklene i FFV primært skal gi oversikt og informasjon til dem som er utenfor det aktuelle fagfeltet. Artikler som bare kan leses med utbytte av en snever faggruppe, har ingen plass i bladet. Alt stoff blir vurdert redaksjonelt, og redaksjonen forbeholder seg rett til å foreta mindre endringer.

MANUSKRIPTER leveres fortrinnsvis på diskett eller som e-post, med papirutskrift i tillegg. Diskettene må merkes med hvilket operativsystem/tekstbehandlingsprogram som er brukt. Manus kan også leveres maskinskrevet med dobbelt linjeavstand.

ARTIKLER bør ikke være lengre enn 6 sider med trykt tekst. Større avsnitt i teksten bør markeres med undertitler. Referanser kreves ikke, men det er ønskelig med en liste over lett tilgjengelig tilleggstoff.

SMÅSTYKKER: bokomtaler, skolestoff, møtereferater, nekrologer etc. mottas gjerne, men de bør ikke være lengre enn 1-2 sider.

DOKTOROMTALER trykkes gjerne, men bør begrenses til ca 0,5 sider inkludert bilde.

ILLUSTRASJONER er en svært viktig del av en artikkel. Legg derfor mye omtanke i figurene og bruk norsk teksting. Figurene vil som regel bli trykket i svart/hvitt. Bare i helt spesielle tilfeller kan figurer trykkes i farger, av økonomiske grunner. Figurene bør helst være i omtrent dobbelt format, og de må ikke være rastrede. Alle figurer og bilder må merkes tydelig.

Det skal refereres til figurer og tabeller i teksten, og ønsket plassering bør markeres. Hvis forfatterne selv ikke har laget figurene, skal opprinnelsen oppgis. Forfatterne må selv innhente tillatelse til bruk av slike illustrasjoner.

FORSIDEBILDER velges som regel i tilknytning til en artikkel. De må være teknisk gode og kan trykkes i farger.

KORREKTUR: Forfatterne får tilsendt korrektur som må returneres snarest, og det må ikke gjøres unødige endringer i korrekturane.

Norsk Fysisk Selskap

STYRE

President:

Professor Anne Borg
Institutt for fysikk, NTNU
e-post: anne.borg@phys.ntnu.no

Visepresident:

Professor Gunnar Løvholden
Fysisk institutt, UiO.
e-post: gunnar.lovholden@fys.uio.no

Styremedlemmer:

Forsker Gunnar Arisholm
Forsvarets forskningsinstitutt, Kjeller

Førsteaman. Øystein Elgarøy
Inst. for teoretisk astrofysikk, UiO.

Professor Jon Otto Fossum
Inst. for fysikk, NTNU.

Førsteaman. Kjartan Olafsson
Inst. for fysikk og teknologi, UiB.

Stipendiat Rolf V. Olsen
Inst. for lærerutd. og skoleutvikling, UiO.

Professor Einar Sagstuen
Fysisk institutt, UiO.

Professor Jon Samseth
Høgskolen i Akershus, Nordbyhagen.

Selskapets sekretær:

Stip. Henning Frydenlund Hansen
Institutt for fysikk, NTNU,
Høgskoleingen 5, 7491 Trondheim.
Tlf.: 73 59 07 26, Fax.: 73 59 77 10
e-post: henning.hansen@phys.ntnu.no
Bankgiro: 7878.06.03258

Fra Fysikkens Verden

Redaktører:

Professor Oivind Holter
Professor Finn Ingebretsen
Fysisk inst., Univ. Oslo.

Redaksjonssekretær:

Overingeniør Karl Måseide
Fysisk inst., Univ. Oslo.

Redaksjonskomité:

Førsteaman. Åshild Fredriksen
Inst. for fysikk, UiTø.

Professor Per Osland
Inst. for fysikk og teknologi, UiB.

Professor Per Chr. Hemmer
Inst. for fysikk, NTNU.

Førstelektor Ellen K. Henriksen,
Fysisk inst., UiO.

Ekspedisjonens adresse:

Fra Fysikkens Verden
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern, 0316 Oslo.
Tlf.: 22 85 64 28
Fax.: 22 85 56 71 / 22 85 64 22
E-post: oivin.holter@fys.uio.no
E-post: finn.ingebretsen@fys.uio.no
E-post: k.a.maseide@fys.uio.no
Postgiro: 0532 1448307
Bankgiro: 6094.05.40227

Fra Fysikkens Verden kommer ut 4 g. årlig.
Abonnement kan tegnes fra ekspedisjonen.
Årsabonnement 120 kr. (Studenter 60 kr.)
Løssalg 40 kr. pr. nummer.