

8. Fysiken och medvetandet

Jens Tellefsen

Medvetandet är en av människans viktigaste *egenskaper*. Om vi inte vore medvetna varelser, skulle vi inte kunna bedöma vare sig oss själva eller den värld vi lever i. Det finns vidare ett mycket intimt samband mellan vårt medvetande och den fysiska världen utanför oss. Det är i vårt medvetande som vi gör oss en bild av världen, dvs. både den som finns inuti oss, som känslor och tankar, och den som existerar utanför oss, i den yttre världen.

Trots detta självklara faktum har naturvetenskapen och därmed även fysiken haft stora svårigheter att placera in medvetandet i sitt rätta sammanhang. I detta kapitel ska vi försöka att väva en väv där medvetandet och medvetandets natur och egenskaper blir den röda tråden. Av denna anledning kommer vi att presentera material och idéer som inte vanligtvis finns med i skolans fysikböcker. Och som läsaren ska få erfaras, kommer vi med nödvändighet att behöva formulera oss utan kategorisk säkerhet. Man kan ibland enbart spekulera om olika möjligheter, olika tolkningar och tänkbara alternativ. Vi kommer också att göra bruk av metaforer, dvs. bildspråk, då vi behandlar fysikens verklighetsuppfattning. Fysikens världsbild avviker ibland mycket kraftigt ifrån vardagens bild av hur världen ser ut och betar sig. Och detta gör jakten på den verkliga sanningen mycket spännande.

Olika världsbilder

Århundradena närmast före vårt eget präglades av den så kallade klassiska världsbilden, där universum uppfattades som mekaniskt — som en gigantisk klocka. Men omkring sekelskiftet såg två nya revolutionerande teorier dagens ljus, vilka på ett mycket genomgripande

sätt förändrade vår syn på verkligheten. Den ena var *Albert Einsteins relativitetsteori*, som skakade om vår syn på rum och tid och observatörens roll. Den andra var *kvantmekaniken*, som beskriver den mikroskopiska världen, vilken är grunden för den makroskopiska värld vi lever i.

Medeltidens världsbild

Under medeltiden i Europa ansåg man att världen hade skapats på ett högst personligt sätt av Gud och att människorna fortfarande befann sig skyddade av den gudomliga skaparen. Världen uppfattades som välordnad och välutänkt, tillvaron var trygg och säker och människor och djur passade in i den kosmiska planen. Dantes världsbild som bestod av en serie med koncentrisk klot kunde förklara både himlens, planeternas, kungens och bondens plats i tillvaron. Denna tids metafor kan sägas ha varit *moderskötet*.

Den klassiska världsbilden

Den klassiska, newtonska världsbilden ligger mycket nära vår var-dagsuppfattning av den fysiska verkligheten, och den bygger på vad våra fem vanliga sinnen berättar för oss och på vårt medvetandes sätt att bearbeta dessa sinnesintryck. I denna världsbild ses universum metaforiskt som ett slags urverk och människan som mer eller mindre en automat. Urverket har välsmorda kugghjul som bildar en komplex mekanism där alla kuggar griper in i varandra. Allt är förutbestämt, varje skeende har en given orsak och varje orsak har en bestämd verkan, dvs. *determinismen* och *kausaliteten* är accepterade som fakta. Det finns ingen fri vilja och världen är objektiv. Medvetandet är bara en egenskap som jag råkar ha och som ordnar upp sinnesintrycken. Det beror främst på mina hjärncellers komplexa organisation och stora antal.

Universum är högst opersonligt och fullständigt under kontroll av blinda matematiska lagar och naturkrafter. Det är mycket, mycket stort och kallt och tomt, bortsett från planeterna och stjärnorna. Världen är mer att se på som en händelse än som en meningsfull tanke och människan tycks vara en slumpmässig detalj. Tidens metafor är *mausoleum*.

Einsteins världsbild

I den relativistiska världsbilden, som bygger på Einsteins tankar, spe-

lar observatören — och därmed det mänskliga medvetandet — en större roll. Absolut rum och absolut tid finns inte här. Rum och tid är relativa, tänjbara kvaliteter. Det spelar en avgörande roll var jag befinner mig, när jag gör en iakttagelse, exempelvis om jag har en hög hastighet eller befinner mig i ett starkt gravitationsfält. Men även här, enligt Einstein, är medvetandet helt och hållet inne i mig, och jag påverkar inte yttervärlden på något fundamentalt sätt. Det är först med kvantmekaniken som mitt medvetande eller mitt agerande har kommit att spela en helt central roll inom fysiken.

Kvantmekanikens världsbild

Kvantmekaniken har avslöjat en hel del konstigheter i universums uppbyggnad. Den har visat att lagen om orsak och verkan inte råder i atomernas värld, utan att mycket beror på slumpen. Man kan nämligen inte utifrån bestämda orsaker dra bestämda slutsatser om verkningarna. I stället finns alltid flera möjligheter. På sitt mest fundamentala plan uppvisar alltså naturen en genomgående slumpmässighet.

Det finns också andra egendomligheter i kvantmekaniken. Om vi tittar djupt in i materian för att varsebli dess konstruktion på atom-nivån, visar det sig att ju mer vi förstorar upp den, desto mera vag och konturlös blir den, utan de konkreta egenskaper vi är vana vid i makrokosmos. Vardagsvärlden, som tycks vara så solid, upplöser sig vid noggrant beskådande i ett dimmigt vågmönster, där det inte finns några objekt alls, utan i stället en väv av sannolikheter.

Det är liksom ett uppror mot naturens lagar i den atomära världen. Om vi, i vår makrovärld, kastar en boll mot en solid vägg, vet vi att den studsar tillbaka. Men i den mikroskopiska världen kan en partikel, exempelvis en elektron, fortsätta på andra sidan av en ogenomtränglig barriär.

Ingenting är fast och bestämt i mikrovärlden. Föremålen, exempelvis elektroner, rör sig inte i konkreta observerbara banor, så som våra planeter gör. De befinner sig inte på en viss bestämd punkt vid en viss bestämd tid och rör sig inte från punkt A till punkt B i bestämda banor. När en partikel flyttar sig från A till B, tycks den röra sig längs flera banor samtidigt. Eller — den frågan kan man ställa sig — rör den sig verkligen i alla dessa banor? Har den överhuvudtaget tillryggalagt sträckan mellan A och B? Mycket tyder på att partikeln inte, punkt för punkt, följer någon bana alls — den befinner sig bara

i A först och en stund senare i B.

Kvantmekaniken bjuder också på en lång rad paradoxer som inte överensstämmer med våra vardagserfarenheter. Det mest kända exemplet är att ljuset kan vara både en partikel och en vågrörelse, beroende på hur vi mäter dess egenskaper. Under vissa förutsättningar kan ljuset bete sig som om det var på många platser samtidigt. Så betar sig också en våg. Andra försök tyder på att ljuset är en partikel, dvs. en foton, med välbestämd position. På samma sätt kan även en elektron, som vanligen uppfattas som en partikel, ibland uppvisa ett vågbeteende, till exempel vid interferens med en annan elektron. (In-terferens: samverkan mellan två vågrörelser.)

Om vi bestämmer en partikels position mycket noga, är det helt omöjligt att samtidigt känna till dess hastighet. (Egentligen är det *rörelsemängd*, dvs. produkten av partikelns massa och dess hastighet, som kommer in i osäkerhetsbetraktelsen här.)

Två fotoner som samtidigt utsänds från samma atom och går åt vart sitt håll, kommer att ha korrelerade eller koordinerade egenskaper trots att de fjärrar sig från varandra med ljusets hastighet.

Fysikalisk realitet — vad är det? Debatten mellan Bohr och Einstein

Det råder alltså djupa konflikter mellan vår vardagsuppfattning av världen här ute och den värld med icke-kausala samband som kvantmekaniken visar upp. Dessa konflikter har naturligtvis diskuterats av fysikerna. Den danske fysikern *Niels Bohr* och *Albert Einstein* hade på 20- och 30-talen en mycket uppmärksam öppen debatt om detta.

Einstein var väl förankrad i den klassiska liksom i den relativistiska världsbilden. Han kunde inte tro att världen på något sätt var beroende av mig som observatör, utan ansåg att världen måste existera som den är oavsett om jag observerar den eller inte. Det slumpmässiga i kvantmekaniken kunde han inte acceptera. "Gud spelar inte tärning med världen", sade han ofta. På det svarade Bohr: "Det är inte människans sak att tala om för Gud hur Han ska bete sig". Experiment har senare visat att Einstein hade fel och Bohr rätt och att kvantmekaniken ger en korrekt beskrivning av verkligheten.

Vad var det Bohr och Einstein debatterade? Det blev de väl aldrig

på det klara med, även om de höll på med sina samtal livet ut. Kort kan sägas att Einstein, trots sin stora tillförlit till de kvantmekaniska resultaten, aldrig trodde att kvantteorierna gav en korrekt och komplett bild av verkligheten, dvs. en fullständig naturbeskrivning. Även mikropartiklarna är fysiska och reella och det helt oberoende av en observation eller mätning, hävdade han. Om vi hade bättre kunskaper, om vi kände de dolda egenskaperna, skulle paradoxerna, osäkerheterna och ambivalenserna dunsta bort. Då skulle kvantvärlden visa sig vara lika precis och objektivt reell som den klassiska vardags-värld vi känner så väl, menade Einstein.

Historierna om hur det kunde gå till vid dessa debatter tillhör numera fysikens legender. Till exempel då Bohr föreläste om "Konflikten mellan kvantfysiken och den klassiska fysiken" vid den femte Solvaykonferensen 1927 i Como i Italien. Efter föreläsningen var det Einsteins tur, och hans reaktion var klar. Bohr hade gått mycket längre än Einstein kunde acceptera. Han ursäktade sig med att han inte kunde så mycket, men kom med många motargument som skulle peka på svagheter i teorin, utan någon framgång. Vid nästa möte, i Bryssel 1930, var Einstein mycket välpreparerad med goda argument och mötte Bohr med ett genomtänkt tankeexperiment, som skulle visa att kvantmekanikens obestämbarhet var förkastlig. Därmed skulle också hela kvantmekaniken falla. Bohr gick ned för full räkning — det var en oerhört stor chock för honom att han inte omedelbart insåg problemets lösning. Efter en rastlös kväll och en sömnlös natt mötte han Einstein vid morgonkaffet, leende och glad. Genom att använda sig av själva den einsteinska relativitetsteorin kunde han visa på felaktigheterna hos sin motståndares argument. Men, som vi skall se senare, Einstein gav inte upp.

Bohrs idé om observatörens roll

Världens fysiker har funderat mycket över vad mikropartiklarna egentligen är — föremål, vågor, fält eller laddningar med massa?

I den klassiska fysiken finns ingen tvekan, en våg är en våg och en partikel är en partikel. Position och hastighet (dvs. rörelsemängd) är väldefinierade egenskaper hos partikeln med exakta värden och dessa är helt oberoende av varandra och av någon observatör. De existerar objektivt.

Så är däremot inte fallet i kvantvärlden. De rådande osäkerheterna och ambivalenserna tycks här både skada och även sönderriva mik-ropartiklarnas oberoende och objektiva egenskaper. Mikrovärlden är m.a.o. ganska kaotisk. Men när en atomfysiker gör sina mätningar av till exempel en partikels position eller rörelsemängd erhåller han konkreta värden, precis som i den klassiska bilden. Hur kan detta gå till? Svaret kom från Köpenhamn: mätprocessen och -proceduren är nycklarna till gåtan — och observatören, dvs. människan, är nyckelbäraren!

Niels Bohr tänkte sig att innan vi gör våra observationer eller mätningar har en mikropartikel ingen *verklig* fysisk existens, dvs. den saknar fysiska egenskaper. Det är först när vi observerar den som den får fysisk existens. Före observationen är partiklarna blott "spöken", som befinner sig i en spökvärld full av ofullbordade möjligheter. Men varje spökkomponent är viktig — ibland kan deras ömsesidiga påverkan registreras som en interferens. I och med observationen förvandlas de till konkreta realiteter. Observationsprocessen tycks förvandla potentialitet till realitet på ett sätt som mera liknar magi än kall vetenskap.

Observatören har alltså enligt Bohr en helt avgörande betydelse vid konkretiseringen av atomvärldens partiklar.

Den amerikanske fysikern *John Wheeler*, verksam vid Texasuni-versitetet i Austin, är en av Bohrs mest kända lärjungar. Åberopande vikten av en kvantobservation säger han att "inget elementärt fenomen är ett reellt fenomen innan det är ett observerat fenomen". På ett märkligt sätt tycks Wheeler mena att universum är ett "deltagande universum" (eng: Participatory universe). Han har formulerat observatörens roll så att universum inte är långt därute med oss som passiva observatörer bakom en tjock glasruta, vilka gör våra små mätningar och antecknar dem. Det finns inga observatörer som är helt skilda från det de observerar, utan vi är på ett speciellt sätt alla deltagare, medagerande i det stora spelet.

Som Wheeler säger: I stället för att iaktta på stort avstånd måste vi krossa glasrutan och *sträcka oss in i den verklighet vi vill mäta, om vi vill få reda på dess egenskaper.*

Är alltså, när allt kommer omkring, hela världens fysiska existens beroende på att ett stort antal observationer har gjorts? I så fall:

observationer gjorda av vilka? Av det samlade människosläktet? Av apor och andra djur långt tillbaka i urtiden? Eller av ett världsmed-

vetande, som inte är lokaliserat till någon enstaka person? Dessa frågor har vi ännu inga svar på.

John Wheeler har tagit dessa idéer på allvar och skapat en slags kvant-kosmologisk vision där människan och hennes medvetande ställs i centrum. Av alla möjliga, tänkbara universa är bara ett fåtal så konstruerade med sina naturkonstanter och annat att galaxer, stjärnor och planeter kan bildas. Ett ännu mindre antal kan tänkas tillåta livets utveckling. Till sist kommer nålsögat: om inte ett universum är så finstämt att intelligent liv och medvetna varelser kan utvecklas, kan det inte observeras och är heller inte reellt på ett meningsfullt sätt, tycker Wheeler.

I en nyligen publicerad intervju (1985) suckar Wheeler inför dessa fantastiska perspektiv: "Jag medger att jag då och då tar på fullt allvar idén att världen är en fantasiprodukt sprungen utifrån min egen tanke. Andra gånger är jag likaså övertygad om att världen där ute existerar helt oberoende av oss."

Den anglikanske biskopen *George Berkeley* yttrade redan på 1700-talet att ingenting överhuvudtaget kan existera utan att det upplevs av något medvetande. (Berkeley's motto var på latin: *Esse est perci-pi*; eng: *To be is to be perceived.*) Att vara är att bli upplevd, menade han. Och nu verkar det ju som om kvantfysikerna bokstavligen talar om samma sak, men nu mot bakgrund av en sofistikerad teori.

Einstein — Rosen — Podolsky (EPR)-paradoxen

Vi har tidigare sett hur Einstein och Bohr debatterade de olika aspekterna av kvantfysikens världsbild, de paradoxala egenskaperna hos materian på mikronivå och observatörens centrala roll. Motståndet som de gav varandra resulterade alltid i en mängd nya tankar och idéer, som fortfarande ekar runt i fysikens korridorer. Debatten pågår även idag — långt efter att båda debattörerna har gått bort.

År 1935 publicerade Einstein tillsammans med två medarbetare, *Boris Podolsky* och *Nathan Rosen*, en relativt kort uppsats i den prestigefyllda fysiktidningen "The Physical Review". Artikelns titel var utformad som en utmanande fråga ("Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?") Svensk övers: "Kan den kvantmekaniska beskrivningen av fysisk verklighet betraktas som fullständig?") om kvantmekanikens

fullständighet, innehöll i relativt enkla ordalag vad författarna (kända för eftervärlden som EPR) ansåg vara galet med kvantteorin. De hävdade att kvantmekaniken inte hade sagt det sista ordet om fysikalisk realitet. Sina argument framlade EPR i form av ett tankeexperiment som, om det var riktigt uttänkt, skulle leda till resultat som klart stod i strid med självaste relativitetsteorin. Och *den* stod ju bergfast, tyckte man. Artikelns grundidé var sålunda att peka på att naturen, om deras tveksamhet var korrekt, skulle bete sig på ett mycket förbryllande och paradoxalt sätt, vilket helt stred emot Einsteins vetenskapliga intuition. Idén kom efterhand att bli bekant som EPR-paradoxen. På grund av två händelser som ägde rum mycket senare, år 1964 respektive 1982, har EPR-paradoxen numera blivit ett högaktuellt tema vid vissa fysikkonferenser och även nått fram till TV-publiken och tagits upp i populärvetenskapliga sammanhang.

EPR-artikeln erbjuder inget konkret förslag till vad som kunde läggas till eller rätt och slätt ersätta kvantmekaniken. Begrepp som "dolda variabler" fanns inte med i Einsteins tankevärld på denna tid. Den framlägger dock två alternativ till hur naturen är beskaffad. Om Einsteins idé var riktig skulle kvantvärlden med alla dess fotoner och partiklar vare en objektivt existerande och precis värld. Det andra alternativet pekade på en ny och oväntad samhörighet mellan alla^ materiella mikroobjekt, helt oberoende av rum och tid. Detta kunde Einstein inte acceptera då det gav naturen egenskapen av en ögonblicklig "spöklik fjärrverkan" (eng: "Spooky actions at a distance", ty: "Spukhafte Fernwirkungen"), vilket var osmakligt, tyckte han.

EPR-artikeln ignorerades i stort sett av samtidens forskare med ett enda undantag — Niels Bohr. Innan årets (1935) utgång hade han fått publicerat sitt svar, också i "The Physical Review". Hans titel har *exakt* samma ordföljd som EPR hade, dvs. utformad som en fråga. Men medan EPR är distinkta, enkla och klara i sina argument är Bohr, som han brukade vara: teoretisk, oklar och svår att förstå. Trots detta är hans svar till EPR högt och tydligt: Kvantmekaniken *är* en korrekt och fullständig teori, den är *allt* vad vi har och kommer att få, även i framtiden, och ju *snabbare* vi lär oss att agera på dess egna villkor, desto bättre är det!

Bells teorem: världen är icke-lokal

EPR-paradoxen har många varianter och läsaren bör uppsöka någon av referenserna i litteraturlistan för detaljer rörande dessa. Ett av de enklaste exemplen gäller förhållanden mellan två fotoners polarisation om dessa fotoner i en och samma process har utskickats från en atom och därefter ger sig i väg i motsatta riktningar. För detaljer, se till exempel B d'Espagnats artikel i Scientific American, november 1979 (s. 158).

Fotonerna i det valda exemplet ovan är *korrelerade* (korrelation: ömsesidigt samband) eller *koordinerade* med varandra på grund av sitt gemensamma ursprung. Det vill säga, om foton A:s polarisation är uppåt är foton B:s polarisation nedåt. Mäter vi A:s polarisation kan vi omedelbart anta att B:s har motsatt riktning. Om nu kvantmekaniken ger en korrekt beskrivning av emissionsprocessen, kan vi inte med säkerhet säga vilken ursprunglig polarisationsriktning fotonerna har, utan endast ange denna med en viss sannolikhet. Först vid en konkret mätning kan vi avgöra riktningen. Om vi nu kommer ihåg Bohrs antagande att en partikel, dvs. även en foton, inte *äger konkreta egenskaper* innan en mätning, kan vi anta att det är först under mätningens gång som fotonen överhuvudtaget "bestämmer sig" för vilken polarisation den skall ha. EPR skulle nu ha frågat hur det kan komma sig att så fort som vi mäter A:s polarisation "väljer" B också sin och att den alltid har motsatt riktning mot A:s. Bohr skulle ha svarat att de två fotonerna "hör ihop", de är delar av ett obrutet, gemensamt system. Bestämmer sig A för *en* egenskap kommer med nödvändighet B att välja den *motsatta* egenskapen.

Vad händer sedan, om nu fotonerna efter ett tag är så långt ifrån varandra att inget fysiskt hjälpmedel så som en tråd eller en radiosignal kan förena dem? Då båda fotonerna själva rör sig med ljusets hastighet kan inget fysiskt objekt förbinda dem, enligt Einstein. Bohr kunde inte riktigt svara på detta utan ansåg att fotonerna likafullt var korrelerade även om avståndet uppgick till flera ljusår. Einstein hoppades och trodde fast på att den fortsatta korrelationen berodde på att fotonerna hade gömda egenskaper, de s.k. dolda variablerna, som de på något sätt bar med sig.

År 1935 kunde man inte avgöra frågan med något experiment då den tidens laboratorietechnik var för grov och onoggrann och elektroniken var primitiv och långsam. Ett steg närmare förverkligandet av

ett sådant nyckelexperiment togs år 1964, då den skotske fysikern *John S. Bell*, verksam vid CERN-laboratoriet i Geneve, publicerade ett remarkabelt och komplext teorem som med ens kunde visa att alla s.k. "lokala" dolda variabelteorier står i strid med kvantmekanikens statistiska utsagor. "Lokal" betyder här "på plats", dvs. en precis position. En lokal dold variabel påverkar alltså enbart ett objekt i den närmaste omgivningen. Begreppet "statistik" kommer in i bilden då kvantmekaniska utsagor egentligen enbart gäller resultaten av ett stort antal mätningar. Enstaka resultat kan bara följa de angivna sannolikheterna.

Baserade på Bells resultat har 8—10 grupper världen över haft möjlighet att experimentellt prova EPR-paradoxens häpnadsväckande innebörd och de flesta av dessa har faktiskt bekräftat att kvantfy-siken har rätt och att det råder någon typ av direkt samband mellan två avlägsna mikroobjekt, hur långt ifrån varandra de än må vara. De hittills mest övertygande experimenten har sedan 1982 utförts av *Alain Aspect* och hans medarbetare vid Parisuniversitetet i Orsay. Hans extrema noggrannhet och sofistikerade arrangemang har efterhand fått fler och fler fysiker att inse det epokgörande i dessa resultat. Konsekvenserna för vår världsbild är ännu inte klara och vilken effekt dessa kommer att ha i makrokosmos vet vi inte än. Icke desto mindre tycks EPR-paradoxen visa att i princip kan avlägsna delar av universum på kvantnivån vara förbundna med varandra. Med hjälp av en sorts kvantinformation som är nästan ögonblicklig hålls delarna samman som en helhet.

Vad är en mikropartikel? Komplementära tillstånd och osäkerhet

Den moderna fysikens utveckling gör att vi numera har mycket svårt att förstå vad vi menar när vi talar om ett objekt i mikrovärlden. Objekten har som vi tidigare sett motstridande egenskaper. Samma objekt kan yttra sig som en partikel eller som en våg, beroende på hur vi mäter det. En partikel är ju något som befinner sig på en bestämd plats och inte på flera platser samtidigt. En våg däremot har en stor utbredning i rummet. Det förefaller därför som om ingenting skulle kunna vara både partikel och våg samtidigt. Men Niels Bohr menade att partikelbegreppet och vågbegreppet är komplementära

begrepp, som tillsammans beskriver verkligheten, fastän de tycks utesluta varandra.

På den tidigare omnämnda Solvaykonferensen år 1927, där Bohr och Einstein sammandrabbade, utvecklade Bohr sina senaste tankar kring våg-partikeldualiteten. Det var här han för första gången presenterade sin *komplementaritetsprincip* för sina kolleger. Hans upptäckt var delvis baserad på *Werner Heisenbergs osäkerhetsrelation* från tidigare samma år, där Heisenberg sammanfattar sina idéer om hur noggrant man i princip kan mäta vissa egenskaper hos mikroobjekten, till exempel ett objekts position och rörelsemängd. Denna relation mellan osäkerheten i position (ΔX) och motsvarande osäkerhet i rörelsemängd (Δp), anges vanligtvis som $\Delta X \cdot \Delta p = \{ \hbar / 2 \}$. Här är $\hbar = h/2\pi$ där h är Plancks konstant. Ibland kallas den osäkerhetsprincipen, ibland indeterminismprincipen och ibland obestämbarhetsprincipen. Det är detta förhållande som på ett avgörande sätt separerar kvantfysiken från den klassiska fysiken. I den sistnämnda kan både position och rörelsemängd bestämmas samtidigt med godtycklig exakthet.

Bohrs komplementaritetsprincip har ändrat vårt sätt att tänka och är därför en av de viktigaste principerna i den moderna fysiken; den har också stor giltighet utanför fysikens domäner. Bohr försökte faktiskt många gånger senare i livet att med denna princip förena de humana vetenskaperna med naturvetenskapen. Den uppenbara konflikten mellan de "två kulturerna" orsakades enbart av en komplex variant av våg-partikel-syndromet, menade han.

Dualitet och komplementaritet finns på många plan i livet. Inom etik och moral, till exempel, kan det användas till att diskutera den fria viljan hos människan kontra våra deterministiska lagar. På samma sätt bildar många andra välbekanta begrepp, komplementära par:

(våg — partikel), (tankar — nervimpulser), (romanen — samling med ord), (mjukvara — hårdvara), (liv — biologi), (känslor — tankar) — ensamt betyder varje begrepp lite, tillsammans med sin partner beskriver de en totalitet.

Det klassiska tvåhålsexperimentet

Denna dualitet hos verkligheten kommer väl fram i det så kallade tvåhålsexperimentet. Vi har en skärm med två hål. Vi kan välja att

tillsluta det ena eller det andra av dem. Bakom skärmen finns en de-tektorplatta. Om vi skjuter partiklar mot skärmen, exempelvis elektroner, finner vi att om vi låter en partikel i taget gå genom ena hålet, får vi en registrering på detektorn som visar detta. Låter vi dem gå genom det andra hålet, får vi en annan, men likadan registrering, precis som vi kunde vänta oss. Om experimenten utförs försiktigt, kommer dessa två registreringar på detektorplattan inte att nämnvärt skilja sig från de vi skulle ha erhållit om partiklarna, dvs. elektronerna, vore klassiska objekt.

Men om vi samtidigt öppnar båda hålen och släpper igenom en elektron får vi en ny sorts registrering som uppvisar ett komplext och randigt mönster och som visar att partikeln nu tycks ha gått genom båda hålen samtidigt! Fenomenet elektron uppträder inte längre som en partikel — för en sådan kan självfallet bara passera genom ett av hålen — utan som en våg. Laboratorieexperiment med vattenvågor ger samma typ av registrering. Det var med just denna typ av tankeexperiment Bohr och Einstein diskuterade våg-partikel-paradoxen, som säger att materian uppvisar en dualistisk sida. Den ena aspekten komplementerar den andra.

Elektronerna är alltså besynnerliga fenomen. Enligt vissa mätningar tycks de inte ha någon utsträckning alls, utan bara vara punkt-laddningar, som har massa. Enligt andra mätningar tycks de ha samma egenskaper som en våg med i princip flera centimeters bredd. Problemet är att elektronerna enbart kan uppvisa en sida i taget. Om vi provar att lura dem, till exempel genom att kontrollera ett av hålen för att avslöja vilket av de två hålen elektronen (*verkligheten* gick igenom, försvinner vågmönsterregistreringen snabbt och elektronen visar sig igen som partikel.

Följande tankegång har utvecklats av bl.a. Heisenberg. Medan Bohr enbart ville förstå det fullbordade fenomenet, det genom mätningar uppenbarade objektet, spekulerade Heisenberg om vad som fanns före mätningen.

När en elektron kommer till en skärm med två öppningar, kan den gå genom öppning ett eller genom öppning två. Det första fallet kallar vi värld ett, det andra värld två. Dessa två alternativa världar, som alltså är helt olika just på den här punkten, samexisterar i kvant-mekniken, eftersom elektronen går genom båda öppningarna samtidigt. Under experimentets gång har vi m.a.o. en ambivalent situation med två världar som i stort sett överlappar och därför interfererar

med varandra, precis som vattenvågor eller två ljusvågor gör. De har samma dignitet, de är likvärdiga. Och de är lika mycket möjliga, lika potentiella. Men de är inte helt identiska. Därför kan de interferera.

Detta märkliga förhållande gäller inte bara elektroner, utan överhuvudtaget mikrovärldens partiklar. De olika alternativ som kvant-mekaniken tillåter existerar samtidigt, som olika möjligheter, som överlappar varandra och går in i varandra.

Så snart vi av naturen kräver ett svar på om elektronen gått genom det ena hålet eller det andra, svarar naturen att den gick genom hål ett och inte genom hål två — eller tvärtom — och när vi så gjort vår mätning, försvinner den ena av dessa "spökvärldar", medan den andra träder fram som en konkret verklighet. Innan vi gjorde mätningen, fanns båda alternativen där fullt färdiga och mätbara. Det är alltså själva mätprocessen som skiljer på de alternativa världarna så att den ena går mot noll och den andra blir konkret verklighet. Man kan alltså säga att vi, experimentatorerna, på något fundamentalt sätt avgör vad som ska bli fysikalisk verklighet.

Och vad som är än mer häpnadsväckande, vi kan även bestämma vad som blev reellt och verkligt långt tillbaka i tiden, enligt John Wheelers kvantkosmologiska modell som vi beskrev tidigare. (Detta märkliga fenomen har ofta beskrivits i litteraturen som det fördröjda beslutets experiment. Eng: Delayed — choice experiment.)

Den kvantmekaniska mätprocessen. Vågfunktions kollaps

Våra svårigheter har att göra med mätprocessen, denna procedur som likt en bro förbinder Heisenbergs värld av potentiella möjligheter med den reella världen av konkreta objekt och händelser. Innan vi gör en mätning, existerar en serie möjligheter, de olika världarna, med olika egenskaper. När vi sedan har gjort vår mätning, konkretiserar vi en av dessa världar, medan de andra bara försvinner. Vi vet inte i förväg vilken av "spökvärldarna" som kommer att konkretiseras. Det råder en djup osäkerhet beträffande resultatet av varje mätning. Det var detta förhållande som vi tidigare betecknade som Heisenbergs osäkerhets- eller obestämbarhetsrelation.

Hur går det hela till? Vi återvänder igen till den berömda Solvay-konferensen år 1927 där så många viktiga tankar och idéer hade pre-

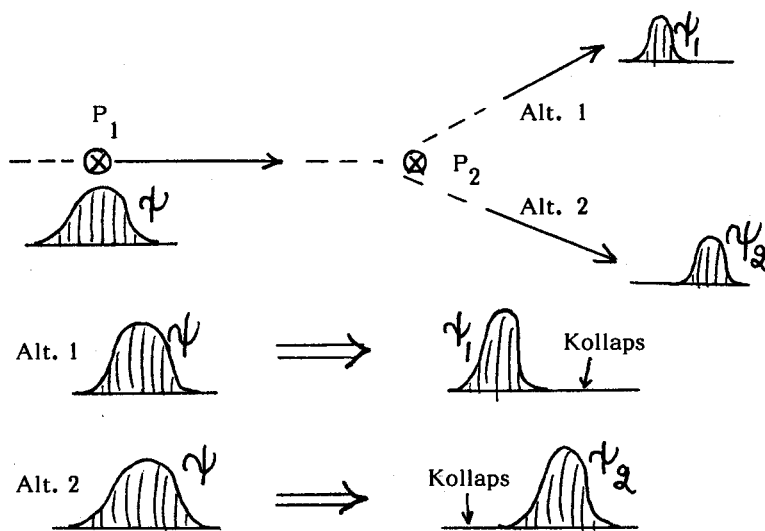


Bild 1.

miär. Ett av de märkligaste begreppen som dök upp var den s.k. *vågfunktionens kollaps*, som på något magiskt sätt skulle förklara händelsernas förlopp under en mätning. Vågfunktionsbegreppet kom ifrån den österrikiska fysikern *Erwin Schrödingers* nyutvecklade kvantteori (1925). Den går numera under namnet vågmekniken och är fortfarande mycket populär framför allt vid beräkningar av praktiska problem. Schrödingers våg, betecknad i litteraturen med symbolen ψ , ges i varje situation som en lösning av en vågekvation, Schrödinger-ekvationen. Vågfunktionen är därför ett matematiskt uttryck som på något sätt representerar eller beskriver en partikel (till exempel en elektron) eller ett system av partiklar (till exempel en molekyl) och hur den eller det förändras sig med tiden. Funktionen ψ ger oss vidare sannolikheten för att partikeln ska ha en viss egenskap när vi utför en mätning. Denna egenskap kan, till exempel, vara position, hastighet, energi etc. (Sannolikheten uttrycks matematiskt som kvadraten på ψ , dvs. $(\psi)^2$. Om ψ beskriver partikeln position, anger värdet på $(\psi)^2$ sannolikheten för att hitta partikeln där. Denna tolkning går tillbaka till fysikern *Max Bom* i Göttingen.)

Betrakta situationen i bild 1, som föreställer en kollisionsprocess mellan partikel P_1 och P_2 . Vi är nu intresserade av att få veta vad som äger rum under kollisionen. Partikeln P_1 har, som vi ser, enbart två

alternativa öden, nämligen 1) att följa spåret 1 som går ovanför P_2 eller 2) att ta vägen på andra sidan om P_2 , spåret 2. Innan kollisionen representras P_1 av funktionen ψ , som är bred och pucklig för att inrymma båda alternativen. Om P_1 efter kollisionen följer spår 1, representeras den av funktionen ψ_1 , som är smal och spetsig. Följer den spår 2, gäller det funktionen ψ_2 , som är lite förskjuten i förhållande till ψ_1 , som synes i figuren. Mätproceduren kan då symboliseras med ekvationerna $\psi \rightarrow \psi_1$, eller $\psi \rightarrow \psi_2$. Övergången från ψ till ψ_1 eller ψ_2 kallas i fysiken för vågfunktionens *reduktion* eller *kollaps*. Det är en allegorisk berättelse för övergången från potentialitet till realitet, från möjlighet till konkret aktualitet. Kollapsprocessen finns inte med i Schrödingers ekvation, den ges inte av de matematiska förutsättningarna. Av alla svårigheter Einstein hade med kvantmekaniken, var nog frågan om vågfunktionens kollaps den största. Vi har också kvar den stora frågan om *vad det är* som orsakar kollapsen av ψ . Ett av flera alternativ är att människans eller observatörens medvetande är inblandat.

Mikrovärlden och makrovärlden. En totalbeskrivning

Att mikrovärlden och makrovärlden hänger ihop på något sätt är en urgammal tanke. Att Bohr och Heisenberg skulle avvika från detta intuitiva synsätt kommer därför som något av en överraskning. *Köpenhamnskskolan*, som den kom att heta, anser att vår enda chans att förklara den atomära världen är att använda termer och begrepp från vardagsvärlden och att uttrycka det med vanligt språk. För dem är världen för evigt och alltid indelad i två sorters realitet: kvantrealiteterna som vi *aldrig* kan erfara och den klassiska realiteten som är den *enda* vi någonsin kommer att erfara. I denna bild förklarar inte kvantteorin någonting om kvantrealiteterna, den är enbart ett uttryck för *förhållandet* mellan vår vardagsvärld och kvantvärlden. Med andra ord, medan vi i den gamla fysiken försöker att förstå och förklara de makroskopiska objekten som funktion av de ingående atomerna och molekylerna, provar vi i kvantfysiken å la Bohr att beskriva och karakterisera atomerna i termer som gäller enbart makroobjekt, till exempel våra mätapparater. På ett paradoxalt sätt är det därför korrekt att säga att elektroner, fotoner och atomer är "kon-

struerade" av mätinstrument och apparater. Naturligtvis anser Kö-penhamnskolan och dess anhängare att vanliga mätapparater *består* av atomer, men längre än så vill de inte gå.

En helt annan tanqueskola, främst ledd av den nu avlidne store matematikern *John von Neumann*, anser att världen besitter en enda sorts realitet och det är definitivt *inte* en klassisk realitet. Med andra ord, världen är fullständigt kvantmekanisk. Detta leder till stora filosofiska frågor som vi ska återkomma till. Även på det praktiska planet, där våra mätningar ju måste äga rum, har vi nu fått problem.

En svårighet ur den von Neumannska synvinkeln med alla undersökningar av mikrovärlden är att de kräver mätapparater hämtade ur makrovärlden. Det gör att vi ofrånkomligt kommer att behöva koppla mikrovärldens kvantrealiteter ihop med makrovärldens klassiska vardagsrealiteter. De von Neumannska metaforerna räcker här inte till för att helt kunna förklara detta. Den gåtfulla kollapsen av vågfunktionen visar sig åter vara viktig! Och i bildens förlängning kommer även mätarens medvetande in. Vidare vet vi att dessa apparater i sin tur består av en nästan oändlig mängd mikroobjekt. Detta innebär att hela mätprocessen på något egendomligt sätt biter sig själv i svansen. Cirkeln är sluten.

Dessa omständigheter tillsammans med Bells teorem leder lätt till tanken att allt i universum hänger ihop på ett mer intimt sätt än vi förut trott. Världen, säger den brittiske *fysikern David Bohm*, består inte av en samling från varandra skilda ting, utan av en mängd sammankopplade ting, ett nätverk av relationer. Och Heisenberg anser att den vanliga indelningen av världen i subjekt—objekt, inre värld—yttre värld, kropp—själ inte längre är adekvat. Dessa olika aspekter är sammankopplade och utgör delar av den totala beskrivningen.

Max Planck, mannen som år 1900 utvecklade kvantbegreppet, hävdade att det inte finns någon materia som sådan. All materia har sitt ursprung i och existerar endast på grund av en kraft som får partiklarna i atomerna att vibrera och håller detta miniatyrsolsystem samman ... Vi måste bakom denna kraft anta existensen av ett intelligent medvetande. Det är detta medvetande som styr uppkomsten av all materia. (Från en föreläsning i Florens, Italien.)

Den ena teoretiska fysikern efter den andra har dragit slutsatsen att en oberoende objektsvärld inte existerar i verkligheten och att allting tycks hänga samman — även vårt inre, vårt medvetande, hänger på ett intimt sätt samman med den yttre, fysiska världen.

Bland de ledande kvantfysikerna och relativisterna under den första hälften av detta århundrade finner vi många som utöver sitt vetenskapliga intresse också var djupt fascinerade av filosofi, religion, metafysik och mystik. Vi kan här nämna namn som Heisenberg, Schrödinger, Einstein, de Broglie, Jeans, Planck, Pauli och Eddington. (I Ken Wilbers bok, "Quantum Questions" (1984) kan den intresserade läsaren hitta många godbitar från dessa fysikpionjärens hand. I en hittills opublicerad rapport (PEAR 83005. 1 B) från Princetonuniversitetets parapsykologiska laboratorium presenterar *Robert Jahn*, en av Amerikas ledande forskare när det gäller paranormala fenomen, en sammanställning av olika tankar hos många av de tidigare nämnda vetenskapsmännen om den roll medvetandet spelar inom modern fysik. Se litteraturlistan.)

Beskriver kvantmekaniken verkligheten?

Men är nu kvantmekaniken en tillförlitlig beskrivning av den fysiska verkligheten? Den har faktiskt blivit en stor succé! Den har lyckats på många områden och vida överträffat förväntningarna. Vi kan med dess hjälp till sista decimalen beskriva vad som sker i en transistor, i lasern, i metallerna. Vi kan beskriva atomerna och molekylerna i detalj med utomordentligt stor skärpa. Den moderna kemin står i stor tacksamhetsskuld till kvantmekaniken. Men vi har problem med kvantfysikens världsbeskrivning: hurdan är egentligen den verklighet den beskriver? Den förefaller ju paradoxal. Detta har vi ännu inget svar på.

von Neumanns oändliga kedja

Om det var Heisenberg, Schrödinger och den engelske fysikern *Paul Dirac* som först skapade kvantmekaniken, så var det den ungersk-amerikanske matematikern John von Neumann som skrev *kvantvärldens bibel*. ("Die Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik", eng. övers. "Mathematical Foundations of Quantum Mechanics".) Den publicerades år 1932 och presenterade den mest definitiva matematiska kvantanalysen överhuvudtaget. Ingen annan bok om kvantteorin har i så hög grad influerat världens fysiker som denna.

Han ställer också upp kriterierna för det nu så berömda kvantmät-problemet, som ju ligger vårt hjärta så nära, och blir därmed gudfader för den skola som hyllar principen om medvetandeskapad realitet.

Vi såg tidigare att von Neumann betraktade hela världen som ett enda kvantsystem, helt från mikropartiklarna och upp till mätappa-raten, och det var här han fick konfrontera det svåra problemet med vågfunktionens kollaps. Det blev också ett av de centrala problemen i boken. Betrakta först ett isolerat mikroobjekt. Det lyder kvantme-kanikens lagar och existerar därför i en hybrid tillvaro där alla möjliga egenskaper är överlappande varandra. (Hybrid står här för "blandat ursprung".)

Med stor matematisk stringens kunde han visa att när vi mäter ett sådant objekt med en apparat tillhörande den makroskopiska världen, blir hela mätsystemet, dvs. objekt, apparat och observatör, kvantmekaniskt med nya överlappande världar som inte är bestämbara i sig själva. Genom mätningen har endast själva objektet blivit konkret med definierade egenskaper. Den osäkerhet som förut existerade bara hos det mikroskopiska objektet, har så att säga smittat av sig och nu drabbat även mätapparaten, som hamnat i den kvantmekaniska obestämbara spökvärlden, där alla möjliga egenskaper samtidigt existerar och delvis överlappar varandra. Enda chansen att klara situationen är att använda ännu en mätapparat som nu mäter den första mätapparaten. Men om vi gör så, då hamnar även den andra mätapparaten i kvantvärlden — ja, vi får till sist en oändlig kedja av apparater, som mäter varandra. Olyckligtvis förblir även detta jättesystem kvantmekaniskt — dvs. det är i ett obestämt tillstånd.

Konfronterade med detta faktum inser vi raskt att för att kunna bestämma ett mikroobjekts egenskaper måste vi på något sätt *bryta denna von Neumannska oändliga kedja* av mätapparater. Detta insåg naturligtvis även von Neumann själv och från sitt material kunde han dra två slutsatser, den ena med stor säkerhet och den andra med en viss tveksamhet. Den första slutsatsen var att vi är tillåtna att bryta kedjan när helst vi önskar det och peta in en koUapsprocess där. Den andra slutsatsen var att kollapsen i verkligheten kunde äga rum *endast* i det ögonblick som *hjärnans nervsignaler gick över till att bli medveten tankeverksamhet*. Här har vi för första gången idén om att medvetande faktiskt kan skapa en realitet, dvs. att ett objekt med si-

na egenskaper förs fram till existens enbart om vi medvetet betraktar det! Detta, om något, skulle kunna betecknas som *kvantmagi!*

Schrödingers katt

En som också insåg svårigheterna med vågfunktionens kollaps var Erwin Schrödinger, en av grundarna av kvantmekaniken. I en föga känd uppsats från 1935 har han diskuterat vad vi enligt hans uppfattning får för problem när vi för kvantmekanikens beskrivningssätt helt upp till makronivån, till vardagen. Svårigheterna illustrerar han med ett tankeexperiment som i sig självt har blivit legendariskt. Vi har en sluten, tät låda, där en katt befinner sig. I lådan finns också ett radioaktivt ämne vars beteende ju tillhör mikrovärlden och som inom en timme med 50 procents sannolikhet har avgett en elektron. När elektronen skjuts ut från den sönderfallande atomen, träffar den en elektronisk detektor som ger ifrån sig en signal, vilken i sin tur orsakar att en hammare slår sönder en flaska med cyanid så att giftet breder ut sig i lådan med följderna att katten ganska omgående avlider.

Ingen vet om katten är levande eller död, förrän man efter en timme tittat i lådan. Man vet inte om det radioaktiva sönderfallet har ägt rum och därmed medfört kattens död.

Problemet är att eftersom det radioaktiva sönderfallet är en kvantmekanisk process, måste det uppfattas enligt kvantmekanikens regler. Kvantmekaniken säger att det är först när vi gör en observation, dvs. tittar in i lådan, som processen kan äga rum genom att någon av de två möjligheterna, sönderfall och icke sönderfall, realiserar. Om katten dör, så dör den just när observationen sker. Under en hel timme var den kvantmekaniskt schizofren. Den befann sig i båda tillstånden samtidigt: den var både död och levande. Men detta strider ju mot vanlig logik som säger att någon gång under timmen *gick* flaskan sönder och katten *dog* (om just *den* möjligheten realiserades). Vågfunktionen, som representerat tillståndet "levande katt", kollapsade i samma ögonblick. Denna paradox kallas *Schrödingers katt*. Ingen har ännu kunnat lösa problemet, som är en logisk konsekvens av kvantmekanikens påstående att innan man gör en mätning, dvs. i det här fallet öppnar locket på lådan och tittar in, befinner sig allt därinne i två spökvärldar: katt levande och katt död. Spökvärldarna är hela tiden närvarande, fast de inte konkretiseras för oss, innan vi

observerat någon av dem.

Nå, än katten då? Kan den inte själv ha gjort en observation så att något hänt? Kanske kan den det. Men det spelar ingen roll. Även om den observerat kvantprocessen, så är hela systemet inuti lådan märkligt nog i en hybrid situation för den mänskliga experimentatorn som ju befinner sig utanför. En kvantprocess därinne blir verklig för honom först när han själv gör sin observation. Samtidigt är den övergripande situationen fortfarande hybrid för alla andra. Ytterligare en person kan kontrollera den första personen. Men det hjälper inte. Vi är sålunda tillbaka till von Neumanns oändliga kedja. (Vi skulle kunna tänka oss att följa processen i hemlighet med en TV-kamera som överför sina signaler till oss som är utanför genom en fiberoptisk telekabel. Med lite eftertanke inses nog att detta inte hjälper alls! Vi är helt enkelt tillbaka till en *vanlig* mätsituation.)

Då Schrödinger presenterade sitt tankeexperiment med den schizofrena katten var det i verkligheten i protest mot von Neumanns idé om att extrapolera kvantvärldens lagar och förordningar upp till makroskopiska nivåer. Han framlade det närmast som en paradox. Ingen kunde väl då tänka sig att göra något laboratorieförsök eller experiment som på något sätt kunde bekräfta grundidéen. Man har bl.a. trott att någon sådan effekt skulle vara omätbar. Enbart en blink med ögat innebär ett medverkande av ett så otroligt stort antal energikvanta ($\sim 10^{27}$ st) att det närmast är ett under att människan överhuvudtaget har kunnat upptäcka kvantvärlden. På atomnivån spelar några kvanta till eller från en väldigt stor roll. På makroplanet är detta helt obetydligt, skulle man tro.

Men, experimentalkonsten har utvecklats på de mer än femtio år som gått sedan katten föddes — kryoteknik, lågbruselektronik, mikrokretsteknologi är några exempel på detta. Och faktum är att vi inte längre är så fjärran från att kunna utforska dessa märkvärdiga tillstånd och dessas konsekvenser (men nu utan katt!). Se till exempel artikeln avy4. *J. Leggett* i litteraturlistan.

Kan medvetande bryta den von Neumannska kedjan?

Kan den oändliga kedjan brytas på något sätt? Den första att svara på denna viktiga fråga var, som vi nyss sett, matematikern John von

Neumann. I sin berömda kvantbibel hade han kommit fram till, med en viss tvekan, att det enda som kunde orsaka ett brott i den oändliga kedjan och kollapsa vågfunktionen var medverkandet av en medveten observatör. Om von Neumann var tveksam, har hans efterföljare varit desto säkrare. En av dessa är den amerikanske fysikern och nobelpristagaren *Eugene Wigner*. I sin essäsamling "Symmetries and Reflections" (1967) berättar han att "det är inte möjligt att formulera kvantmekanikens lagar på ett helt invändningsfritt sätt utan att referera till medvetande . . . Det kommer att förbli anmärkningsvärt, hur våra begrepp än kommer att utvecklas i framtiden, att speciellt utforskningen av den yttre världen ledde till slutsatsen att medvetandets innehåll är den slutgiltiga realiteten." Han menar att människans medvetande bryter kedjan, eftersom det mänskliga medvetandet inte är en del av den fysiska tillvaron, utan har en övergripande funktion, som inte följer kvantmekanikens regler. "Enbart ett medvetet tänkande", fortsätter han sitt resonemang, "besitter en så utvecklad förmåga till själviakttagelse att det verkligen *vet* när det befinner sig i ett visst tillstånd". "För att vara helt korrekt", menar han, "är det mitt *eget* medvetande det gäller, då jag är den *enda* observatören som räknas. Alla andra människor är ju utsatta för mina observationer." Om nu en god vän till Wigner är den första att titta ned i kattens låda, så kommer han att veta exakt hur kattens öde blev. Men för Wigner själv kommer katten att sväva i ett obestämt tillstånd ända tills han går bort och själv observerar sin vän. Detta förhållande kallas just *paradoxen med Wigners vän*.

Wigner förvånas ideligen över att allt omkring oss i tillvaron äger en så utpräglad beständighet. Som ett eko av biskop Berkeley citerar han med förtjusning Schrödingers fråga: "Skulle världen utan medvetna observatörer ha förblivit som ett skådespel framför tomma bänkar, utan att existera för någon, och sålunda inte existera överhuvudtaget?"

Wigner menar att vi måste skilja medvetandet från materian och den fysiska världen. Materia och medvetande är på något sätt komplementära egenskaper hos verkligheten, men medvetandet har en övergripande funktion. När han till exempel lyfter på locket och tittar på Schrödingers katt och får besked om dess öde, beror det på att hans medvetande har tvingat fram ett beslut. Det beslutet innebär att han har stoppat von Neumanns oändliga kedja av observatörer. Den hybrida världen har slutat att vara hybrid, det ena av alternativen i

exempelvis tvåhålexperimentet konkretiserar sig och det andra blir noll.

Om man nu som Wigner antar denna funktion hos medvetandet, löser kvantmekanikens paradoxer upp sig, och världen blir mer begriplig.

Enligt Eugene Wigner influerar alltså medvetandet på något sätt den fysiska världen. I sina mer filosofiska skrifter går han så långt att han antar att medvetandet influerar det fysisk-kemiska tillståndet i hjärnan och i kroppen i övrigt. Han menar att kroppen inverkar på medvetandet och medvetandet på kroppen (eng. "Matter över mind" och "mind över matter"). Hur det hela går till vet vi ännu inte!

Att sinne (själ) och kropp är påverkade av varandra känner man ju väl till inom den moderna medicinen och vi börjar mer och mer att förstå hur kroppens hälsotillstånd och vår motståndskraft mot allehanda sjukdomar kan bero på våra sinnestillstånd, vårt humör. *Hur* denna koppling mellan psyke och soma går till är inom medicinen fortfarande en öppen fråga.

Medvetandets roll i fysiken

Många av fysikens unga pionjärer var entusiastiskt engagerade i frågor som rörde livsåskådning och filosofi. De förundrade sig ofta över existentiella problem som till exempel vetandets natur, vad är en realitet, medvetandets plats i kosmos, vad är liv, människans medvetande, etc. En del har följt i von Neumanns fotspår och kopplat medvetande ihop med kvantfysiken. Vi skall här bara ge några exempel och skissa deras mest centrala idéer. I övrigt refereras till litteraturlistan.

von Neumann tilldelar det mänskliga medvetande en unik roll, det kan påverka mätprocessen och kollapsa vågfunktionen. *Walter Heit-ler*, författare av en känd lärobok om växelverkan mellan ljus och materia, accepterar en realitet som skapas av observatören, men processen suddar ut gränsen mellan det observerade och den som observerar. *Fritz London*, känd för sitt arbete med kvantbeteende vätskor, och *Edmond Bauer* fortsätter von Neumanns betraktelse om att vågfunktionen kollapsar när den når medvetandet hos observatören. Deras arbete är mera tydligt än företrädarens vad beträffar medvetan-

dets speciella roll. *Eugene Wigner* har vi behandlat tidigare. Han menar att kvantmekaniken måste kompletteras för att inkludera levande materia och medvetna varelser. Men medvetande kan kopplas till materien och tvärtom. Han är den förste fysikern som i klartext diskuterar kopplingen mellan kropp och själ, det s.k. "mind-body"-problemet. *L. Boss*, från universitetet i Queensland, Australien, har nyligen (1975) föreslagit en modell för kopplingen mellan en ensam kvanthändelse (på molekylärt plan) och en makrohändelse (stimule-ring av en neuron), dvs. en konkret "mind-body"-modell. *Evan Harris Walker* (1970) har utvecklat en kvantteori för vissa processer som äger rum i hjärnan för att försöka att modellera växelverkan mellan medvetande och hjärnan. *Helmut Schmidt* har nyligen (1982) presenterat en teoretisk modell för den psykokinetiska effekten (PK), där han kombinerar vågfunktionens kollaps à la Wigner med en modell för mentalpåverkan på resultatet av ett kvantsprång. Modellen kan användas för att förklara utfallet av vissa PK-experiment.

Som vi ser har frågan om medvetandets plats i kvantfysiken stimulerat till en hel del arbeten, även om majoriteten av dagens fysiker inte är på det klara med detta. Vad som fattas är naturligtvis goda experiment, vilket upprepade gånger har påpekats av bl.a. Wigner. I alla händelser har kvantmekaniken pångterat observatörens och hans medvetandes stora och centrala betydelse för vår uppfattning av den fysikaliska världen. Det tycks faktiskt vara så att människans medvetande eller hennes viljeakt på något sätt är en primär aktör vid bestämningen och konkretiseringen av materians och objektens verkliga egenskaper. Vi är skapare av realiteter!

Everett—Wheeler's tolkning: många världar

Det finns många förslag till lösning av den kvantmekaniska mätproblematiken; en del av dessa har vi berört tidigare i kapitlet. Ett av de mest bisarra går under det kryptiska namnet "*relativa tillståndstolkningen*" eller den fantasieggande beteckningen "*månguniversums-tolkningen*". Då medvetandet inte spelar någon central roll i denna bild ska vi nöja oss med en kort beskrivning.

Månguniversumstolkningen uppfanns år 1957 av *ffugh Everett*, som då var elev till John Wheeler på Princetonuniversitetet. *DåNeill Graham* också har bidragit till förståelsen av denna tolkning, har det

hela förkortats till *EWG-tolkningen*. Enligt EWG-teorin, startar det hela på samma sätt som tidigare, med vår partikel preparerad till att befinna sig i sitt ambivalenta tillstånd. Vid mätningen sker *ingen kollaps* av vågfunktionen utan hela universum splittras upp i två nästan likadana varianter. I det ena universum har partikeln den ena egenskapen, till exempel spinn-upp medan i det andra är spinn ned. Annars är de identiska. Man kan visa att de två universa inte står i kausal förbindelse med varandra. Mitt "jag" här och mitt "jag" där kan inte kommunicera. För varje ny kvantmätning eller -övergång spaltas vi upp mer och mer. EWG-tolkningen är matematiskt sett mycket tillfredsställande, den löser mätproblemet på ett elegant sätt, men det är svårt att se hur man kan kontrollera den med ett laboratorieexperiment. Kvantkosmologerna tycker däremot om den!

Bohms tolkning: dolda variabler

Vi har tidigare i kapitlet sett hur Einstein gång på gång spjånade emot de unga kvantfysikernas nya idéer. Det var osäkerheterna, komplementariteterna, observatörens roll vid skapande av fysikalisk realitet och mest av allt, vågfunktionens kollaps. Hans motvillighet mot allt detta, parat med hans egna idéer om en ordnad och lagbunden värld, har skapat en serie med olika tankeskolor som är svåra att överblicka för lekmannen. Då medvetandet också här spelar en mycket mindre roll än tidigare, ska vi nöja oss med en kort skiss.

En av de grundläggande tankarna är att världen och därmed de observerade realiteterna visar på en *obruten helhet*. Trots de påtagliga uppdelningar och begränsningar som vi ser överallt i makro- såväl som i mikrokosmos, så är världen i verkligheten utan sömmar och separerade delar. Detta är den centrala idén hos *Fritjof Capra* i "Fysikens Tao". Under en matning förbinds observatören med det han observerar. Speciellt *David Bohm* vid Londonuniversitetets Birkbeck College har lagt vikten vid att kvantfysikens värld är präglad av en odelad helhet och att allt är förbundet med allt annat.

En annan tanke, som Einstein är den främste representanten för, är den s.k. *neorealismen* som hävdar att världen är gjord av vanliga objekt, dvs. deras existens beror inte av någon mätning och deras egenskaper är objektiva. Detta står sig dåligt emot Heisenberg som säger att "atomer är inte ting" och Bohr som påstår att "det finns

ingen kvantvärld som sådan, det existerar enbart en abstrakt kvant-beskrivning". Många av neorealisterna, inklusive Einstein, var bland de första kvantpionjörerna, exempelvis **Max** Planck, Schrödinger, *Louis de Broglie* m.fl. Senare blir Bohm en av de mest tongivande. Neorealisternas fiende nummer ett är John von Neumann med sin kvantbibel. I denna angriper han neorealisternas påstående att bakom alla kvantfakta ligger det en vanlig ordinär realitet begravd. Med matematisk stringens kan han visa att detta inte stämmer med kvant-teorin. Av von Neumanns bevis, som det numera kallas, kan man dra slutsatsen att ingen djup, begravd eller dold realitet finns. De dolda egenskaperna, eller dolda variablerna, existerar inte, menar von Neumann. I 30 år blev det därför tyst i frågan.

1952 kunde Bohm i alla fall konstruera en realistisk elektronteori som också stämde överens med kvantteorin. För att kunna göra det fick han uppfinna ett nytt fenomen, den s.k. pilotvågen, som skulle påverka elektronen och leda dess rörelser. (En likadan typ av ledande våg finns också med i de Broglies idé från 1920-talet.) Han har också introducerat begreppet "kvantpotentialen", som skall knyta ihop den klassiska mekaniken och kvantmekaniken, och han utvecklade i detta sammanhang flera nya teorier för de dolda variablerna. Detta senaste ska ses som ett försök att kartlägga processer och strukturer hos vår natur som är och förblir subkvantala, men som ändå avspeglar en verklig och djup realitet.

År 1964 kommer så *John Bell* med sitt teorem som utropar att för att helt överensstämna med kvantmekanikens utsagor måste de dolda egenskaperna vara *icke-lokala*, dvs. osynliga *globala* realiteter existerar i verkligheten. Detta verkar strida mot vanligt sunt förnuft — men, som vi såg tidigare, många utförda experiment tycks bekräfta teoremets riktighet.

Holografiska modeller

Nobelpristagaren *Dennis Gabor* uppfann holografiprincipen år 1947, en fantastisk möjlighet för tredimensionell fotografering. Fem år efter laserns uppfinning (1960) kunde optikerna *E. Leith* och *J. Upat-nieks* för första gången demonstrera en praktisk metod för att konstruera ett riktigt hologram. Från denna fysisk-tekniska grundprincip har en hel våg av tankeströmmar kommit, som alla på lite olika

sätt försöker visa genom analogier att delar av eller hela naturen, dvs. både den materiella delen och de levande organismerna, på något sätt är en del av en totalitet.

Att naturen uppvisar holistiska drag finns sedan gammalt med i den österländska filosofin och mystiken. Liknande tankar har framförts av filosofer som *H. Bergson* och *A. N. Whitehead*, en poet som *T. S. Eliot* och vetenskapsmän som *J. Jeans* och *A. Eddington*, och många andra. Två radikala idéer i detta sammanhang dyker upp på sexti- och sjuttitalet i holografins kölvatten. Den ena är att *hela universum*, inklusive de levande delarna, kan tänkas vara organiserat enligt holografiska principer (David Bohm, 1971). Den andra tanken är att *hjärnans* olika aktiviteter möjligtvis kan förklaras genom att man betraktar den som ett multidimensionellt hologram (Karl Pribram, 1969). Från dessa idéer har myriader av organisationer, filosofier, kulter och sekter sprungit ut. De har starkt påverkat och gör sig även gällande inom så olika områden som utbildning, hälsovård, medicin och psykologi.

Bohms arbete har sitt ursprung i hans tidigare arbeten med kvantpotentialen och de dolda variablerna. Dessa arbeten ledde fram till tanken om att alla uppenbarligen separata och diskreta fysiska objekt och skeenden i verkligheten är sammanlänkade och förenade på ett djupare och underliggande plan. I sin bok "Wholeness and Implicate Order" (1980) redogör han för dessa tankegångar. Med hans egen terminologi kan man beskriva tillvaron och alla existerande objekt och fenomen som tillhörande två till sina väsen helt skilda och olika plan som kallas den *inneboende ordningen* (implicate order) respektive den *tydliga* eller *synliga ordningen* (explicate order). Den förra — som också går under beteckningen *omsluten ordning* (enfolded order) — är mera djup och fundamental än den senare — den *utvecklade ordningen* (unfolded order).

Vår vardagsvärld med åtskilda objekt och erfarenheter befinner sig alltså, som vi förväntar oss, i den synliga eller manifesterade ordningens värld. I denna värld sorterar vi som bekant vår information i termer som position och tid och liknande begrepp. I den inneboende ordningens värld menar Bohm att samma information existerar som ett osynligt och abstrakt men ändå meningsfullt mönster, en obruten och primär helhet utan rumslig och temporal begränsning. Denna inneboende helhet är på samma gång tillgänglig för *alla delar* av den manifesterade världen. Med andra ord, enligt denna beskriv-

ning kan man tydligen betrakta hela det fysiska universum som ett supergigantiskt *hologram*, där varje del finns i helheten och helheten finns i varje del. Här på detta plan sorteras all information i termer som frekvenser och amplituder. Denna analys, som för icke-fack-människor kan te sig ofattbar och teoretisk, är icke desto mindre välbekant från områden som exempelvis systemanalys och kommunika-tionsteori. Vi känner även igen det från det vi ser när vi närmare betraktar de vanliga testbilderna och testmönstren, som då och då syns på TV-rutan. Dessa svartvita bilder består av en rad enkla geometriska figurer med varierande s.k. ortsfrekvenser. Med sådana bilder kan man kontrollera TV-kanalens kvalitet.

Människans hjärna och medvetande har, enligt Pribrams modell, förmågan att matematiskt transformera eller omvandla denna frekvens- och amplitudinFORMATION över till den mera normala rums-och tidsrepresentationen vi är vana vid. Detta kallas på fackspråk för *Fouriertrans formation*. Orsaken till att medvetandet kan utföra denna komplexa transformationsprocess ligger, enligt Pribram, i det förhållandet att hjärnan tycks fungera mera som ett hologram än som en serialt arbetande dator. Detta gäller även det mänskliga minnet.

Dessa idéer har han utförligt beskrivit i sin numera klassiska bok "Languages of the Brain" (1971) och i senare arbeten. Karl Pribram är hjärnforskare och neurokirurg och har sedan 1958 arbetat på Stanforduniversitetet i Kalifornien.

Sammanfattningsvis säger den holografiska modellen att "hjärnan är ett hologram som avläser och tolkar ett holografiskt universum". (Den intresserade läsaren hänvisas till Ken Wilbers bok "The Holo-graphic Paradigm and Other Paradoxes" (1982). Se litteraturlistan.) Både Bohms och Pribrams idéer är mycket fascinerande och kreativa men räknas fortfarande som högst spekulativa och kontroversiella och är inte allmänt accepterade.

Jahns kvantmekaniska medvetandemodell

Robert G. Jahn, dekanus för det kända Princetonuniversitetets ingenjör- och tillämpad vetenskapsfakultet, etablerade år 1977 ett forskningslaboratorium (PEAR) för att studera s.k. ingenjör-sano-malier, dvs. system och fenomen som uppträder i kända teknisk-fysiska sammahang men som i sina grunddrag klart avviker från s.k.

normalt beteende. (Princeton Engineering Anomalies Research (PEAR) Laboratory vid School of Engineering/Applied Science, Princeton University, New Jersey i USA.) Exempel på system som har undersökts ur denna synvinkel är mycket känsliga optiska, mekaniska och elektroniska apparater (exempelvis optisk interferometer, mekanisk kaskad, elektronisk slumpgenerator m.m.), som baserar sig på någon sorts slumpmässig fysisk process och som, under påverkan av en operatör eller observatör, uppvisar s.k. *lågnivå psykokinesi* (PK). Fenomen av en annan art som också har studerats i PEAR-laboratoriet är s.k. *ffärruppfattning* eller *ffärrskådning* där olika tidsförskjutningar har observerats (eng: "precognitive remote per-ception"). Forskarna på PEAR-laboratoriet håller på att samla sina många resultat samt deras olika förutsättningar i en analyserbar databas, som i sin tur bildar grunden för olika teoretiska modeller av växelverkan mellan människans medvetande och dess utanförliggande miljö. Främst är man här intresserad av att förstå de ovannämnda anomala fenomenen. Man kan säga att Jahns och hans kollegers arbeten representerar ett trevande svar på Eugene Wigners kända plädering (1967) för ett sökande efter fenomen där medvetandets påverkan på den fysiska världen kan observeras med hjälp av modern ex-perimental teknik (eng: " by discovering phenomena in which the consciousness modifies the usual laws of physics." Se litteraturlistan).

Utgångspunkten för PEAR-gruppens matematiska och fysiska modellering av medvetandets egenskaper är att alla *erfarenhetsbase-rade realiteter* bildas *enbart* genom utväxling av information mellan medvetande å ena sidan och å andra sidan dess utanförliggande miljö. Vidare förutsätts att informationsflödet kan gå båda vägar.

Analysen fortskrider med hjälp av begrepp och formalismer hämtade ifrån elementär vågmekanik (Schrödingers variant på Heisenbergs kvantmekanik) som ursprungligen utvecklades för att förklara anomala *fysiska* fenomen och företeelser. Genom metaforer och analogier bildar man nu en liknande teori, som skall kunna representera medvetandets växelverkan med sin miljö. Vi skall inte gå längre här i vår beskrivning av modellen, utan enbart antyda att många av de för fysiken så välkända generiska principerna hos kvantmekaniken samt många av de specifika tillämpningar man brukar räkna på uppvisar en stark och slående metaforisk relevans för en rad olika normala såväl som anomala medvetandeprocesser.

Avslutning

I detta kapitlet har vi tittat på en hel del idéer hämtade ifrån vissa delområden av den moderna fysiken där observatörens sinne, dvs. hennes medvetande, tycks komma med på ett hörn. Vi har framför allt rört oss i kvantmekanikens filosofiska utmärker, omgivna av tolkningar och hypoteser. Vi har sett påtagliga och talrika bevis för att fysiken ingalunda enbart behandlar "hård fäets", dvs. materia och strålning; den har även gett sig i kast med så svåra och existentiella frågor som exempelvis vad vi menar med *verklighet* och om människan med sitt *medvetande* kan skapa en yttre realitet som sedan även kan observeras av andra människor.

Det var något åt det hållet som *Edgar Mitchell, f.d.* astronaut, hade i tankarna då han år 1977 på en konferens i New York uttalade:

"... allvaret hos denna fråga ligger i den betydelse den har för vårt tankesystem när det gäller människans natur, universum och vår verklighet. Trots dessa händelsers relativa sällsynthet (Mitchell talar här om vissa självupplevda paranormala erfarenheter), måste vi ställa följande fråga: Kan det vara så att vi, var och en av oss, varje dag med våra tankar subtilt påverkar vår omgivning, vår realitet och vårt universum utan att vi är medvetna om det?"

I sin artikel "The Universe as Home for Man" (1974), identifierar John Wheeler tre specifika områden som vi måste fokusera vår uppmärksamhet på: "Det är tre mysterier som vi översiktligt har passerat och som nu kräver ett klagörande: kvantet, universum och medvetandet (mind). Alla tre ligger på samma korspunkt där, enligt ast-rofysikern *Fred Hoyle*, 'medvetande och materia sammansmälter' (eng: "Mind and matter meld"). Alla tre hotar de den påtagliga separationen som finns mellan observatören och det observerade och som så länge tycks ha varit vetenskapens innersta väsen. Medvetandet kan analysera världen som ligger utanför; men när kommer medvetandet att förstå medvetande?" Längre fram i samma artikel hittar vi det numera så kända citatet: "Vi måste suddas ut det gamla ordet 'observatör' och ersätta det med det nya ordet 'deltagare'. På ett mycket märkligt sätt talar kvantprincipen om för oss att vi har att göra med ett deltagande universum."

I sin mycket uppskattade bok "What Is Life?" (1944), skriver kvantfysikern Erwin Schrödinger följande: "Subjekt och objekt är enbart ett. Man kan inte påstå att barriären som finns mellan dem

har rivits ned som följd av nya resultat av experiment inom fysiken, då *en sådan barriär inte existerar.*"

Det går ut många inspirerande trådar från den moderna fysiken och över till andra vetenskapsgrenar. Fysiken är enbart en av många pusselbitar för att förstå oss själva och den värld vi befinner oss i, en värld full av olika materieförändringar såväl som livsformer. Mitt i allt står människan med sina många gåtor: Hur skapar vi med våra hjärnor tankar, drömmar, känslor och idéer? Hur skapas medvetandet, hur bildas mitt "jag" och varifrån kommer min "själ"? Schrödinger själv säger att "sökandet efter svaret på dessa frågor är inte *en* av forskningens uppgifter, det är *Uppgiften* i sig själv".

Biologen *Stefan Edman* beskriver i sin bok "Jordens Sång" (1984) på ett målande sätt hur olika grenar av forskningen nu är engagerad i denna Uppgift. Varje specialist klättrar uppför sin egen sluttning i terrängen. Biokemisten och hjärnfysiologen slår följe och bestiger sin topp. På ett annat bergsmassiv hittar vi psykologen och psykiatern. Längre bort blickar teologen och filosofen ut från sin plattform. Någonstans i terrängen hittar vi också fysikern och kosmologen. "Alla beskådar de samma hänförande landskap, men från olika vinklar och i skiftande belysning. Ständigt når de nya utsiktspunkter och med sina olika språk försöker de beskriva vad de ser."

Samspråket experterna emellan inspirerar till nya idéer. Det finns många goda exempel på detta. Ett är förhållandet mellan Schrödinger och den berömde biologen och biofysikern *Francis Crick*, som tillsammans med *James Watson* upptäckte DNA-modellen med den dubbla spiralen. Båda arbetade på Cambridgeuniversitetet i England. Crick var utbildad fysiker, men sahlade om mot biologin efter att ha läst boken "What Is Life?". På detta sätt kopplades kvantfysik ihop med modern genetik.

Det finns också många trådar mellan fysiken och psykologin. Den berömde analytikern *Carl G. Jung* krediterar, till exempel, vissa av sina idéer om psykets relativitet till samtalen han hade med *Einstein* i Ztlich. Senare samarbetade han med atomfysikern *Wolfgang Pauli* om en teori för *synkronicitet*, dvs. det djupare sambandet som existerar mellan vissa uppenbarligen orelaterade händelser. *David Bohm* samtalade upprepade gånger med den indiske filosofen *J. Krishna-murti* och temat var ofta av psykologisk natur och berörde ämnen som medvetande, tankar, liv etc.

Den tidigare omnämnda kvantfysikern *Eugene Wigner* har aldrig

tröttnat på att peka på den väg som, enligt hans uppfattning, fysiken måste ta i framtiden. Speciellt fokuserar han uppmärksamheten på vissa fenomen som i hans tycke *inte* kan beskrivas med hjälp av nuvarande begrepp hos fysiken men som han gärna skulle se behandlat. Främst på hans önskelista hittar vi som väntat frågan om *liv* och *medvetande*. Detta kapitel har på olika sätt behandlat den hälft av Wigners framtidsdröm, som har med medvetande att göra. Vi har *inte* tagit ställning till hans detaljerade förslag till lösning. Dock tackar vi honom — och många andra med honom — för att frågan ställs!

Litteratur i urval

Bohm, David, "Wholeness and the Implicate Order", Routledge and Kegan Paul, 1980. En mycket viktig bok! Innehåller nästan samtliga av Bohms mest centrala filosofiska idéer.

Bohr, Niels, "Atomfysik och mänskligt vetande", Aldus, 1959.

Capra, Fritjof, "Fysikens Tao", Korpen, 1981. Den första av en våg av böcker som försöker knyta ihop modern partikelfysik med österländsk filosofi, mysticism och religion.

Davies, Paul, "Andra Världar", Akademilitteratur, 1984. En av de bästa svenskspråkiga böckerna om kvantfysikens världsbild. Ursprungligen utgiven år 1980.

Davies, Paul, "God and the New Physics", Dent & Sons Ltd, 1983. Innehåller intressanta kapitel om liv, medvetandet, själen, jaget, kvantet, fria viljan, etc — allt sett utifrån de nyaste vetenskapliga rönen. Kommer i svensk översättning under 1986.

DeWitt, Bryce S., "Quantum Mechanics and Reality", Physics Today, vol 23, September 1970, nr 9, 30-35. Artikeln innehåller den första beskrivningen av Everett—Wheeler—Graham (EWG)-tolkningen av kvantmekaniken, den s.k. månguniversumstolkningen. DeWitt är en av de främsta förkämparna för denna teori.

Edman, Stefan, "Jordens Sång", Verbum, 1984. Innehåller bl.a. ett kapitel om hjärnan, minnet och medvetandet.

d'Espagnat, Bernard, "The Quantum Theory and Reality", *Scientific American*, vol 241, November 1979, nr 11, 158-181. En bra och översiktlig beskrivning av EPR-paradoxen, skriven innan A. Aspect hade slutfört sina berömda mätningar i Paris.

Herbert, Nick, "Quantum Reality: Beyond the New Physics", Rider, 1985. Författaren diskuterar de kvantmekaniska tolkningsmodellerna utifrån Bells teorem och icke-lokalitet hos kvantsystem.

Jahn, Robert G., red, "The Role of Consciousness in the Physical World", AAAS Select Symp, vol 57, 1981. Innehåller bidrag av bl.a. Robert G. Jahn, Eugene P. Wigner, John A. Wheeler, etc.

Josephson, Brian D. och Ramachandran, V. S., red, "Consciousness and the Physical World", Pergamon Press, 1980. Innehåller redigerade föredrag från ett symposium om medvetande på Cambridgeuniversitetet, januari 1978. Deltagare var bl.a. R. L. Gregory, H. C. Longuet-Higgins, N. K. Hymphrey, m. fl.

Leggett, A. J., "Schrödinger's Cat and her Laboratory Cousins", *Contemp. Phys.*, vol. 25, 1984, nr 6, 583—598. Leggett diskuterar här både praktiska och filosofiska problem med genomförandet av makroskopiska kvantexperiment med supraledande system.

Schrödinger, Erwin, "What is Life? & Mind and Matter", Cambridge University Press, 1967. Den kände kvantfysikerns berömda bok om livets fysiska grunder. Diskuterar medvetandets metafysiska innehåll. Boken är en omtryckning av de två tidigare publicerade verken.

Snellman, Håkan, "Gud och den nya fysiken", *Gnosis*, nr 1, 1984, 29-35. Tänkvärd recension av Capras, Zukavs, G. Edmans och Davies böcker.

Snellman, Håkan, "Medvetandet och den naturvetenskapliga världsbilden". Bidrag i Pilotti, J. och Wistrand, K., red, "Medvetandet och döden", Tem-pus. Natur och Kultur, 1982. Beskriver de olika världsbilderna vi har som baserar sig på den klassiska och den moderna fysiken.

Wheeler, John A., "The Universe as Home for Man", *American Scientist*, vol 62, Nov-Dec, 1974, 683-691.

Wigner, Eugene P., "Symmetries and Reflections", Indiana University Press, 1967. Innehåller Wigners syn på en direkt påverkan mellan kropp och

medvetande. En klassisk bok av en mycket framstående fysiker. Här introduceras också det kända paradoxet "Wigners vän".

Wilber, Ken, red, "Quantum Questions. Mystical Writings of the World's Great Physicists", Shambhala Publications Inc, 1984. Innehåller bidrag från ledande fysiker som Heisenberg, Schrödinger, Einstein, de Broglie, Jeans, Planck, Pauli och Eddington.

Wilber, Ken, red, "The Holographic Paradigm and other Paradoxes", Shambhala Publications Inc, 1982. Innehåller samtal med och artiklar om Karl Pribram, David Bohm, Fritjof Capra m.m.

Wolf, Fred Alan, "Taking the Quantum Leap", Harper and Row, 1981. En trevlig och populär beskrivning av modern kvantfysik och dess rötter i den klassiska fysiken. Behandlar även fria viljan och medvetandet.

Zukav, Gary, "De Dansande Wu Li Mästarna", Askild och Kärnekull, 1983. Boken, som är en motsvarighet till Capras "Fysikens Tao", är i första hand en bok om den nya fysiken. För att vara skriven av en icke-fysiker (psykolog) är det en trevlig och läsvärd bok om än inte alltid helt korrekt i vissa detaljer.

Bokens författare

Karl-Otto Aly är läkare i allmänmedicin och har utbildat sig särskilt inom biologisk medicin. Han är överläkare vid Tallmogårdens hälso-hem sedan 1972. Han är ofta anlitad föreläsare i biologisk medicin och har skrivit flera böcker i ämnet, senast "Tallmogårdens väg till hälsa". Han har även deltagit i forskningsprojekt om fasta och vegetarisk kost.

Jerker Engborg är en av pionjärerna inom alternativ odling i Sverige, särskilt den biodynamiska odlingen. Redan på 50-talet drev han Marby Trädgård i Mälardalen, med en privat ettårig trädgårdsskola och ett sortiment på mer än 90 odlade produkter, som såldes bl.a. på Kornhamnstorg i Stockholm. De senaste åren har han i Föllinge i Jämtland byggt upp en större trädgårdsanläggning med kursgård. Han har också varit verksam som skribent och föredragshållare.

Nils-Olof Jacobson är läkare i psykiatrisk verksamhet. Han har intresserat sig för parapsykologi och andra gränsvetenskaper och har skrivit artiklar och böcker på dessa områden, bl.a. "Liv efter döden?".

Olov Lindahl har varit professor i ortopedisk kirurgi vid universitetet i Linköping. Han har skrivit många vetenskapliga arbeten inom sitt fackområde. För allmänheten är han mer känd som en stridbar företrädare för den biologiska medicinen, där han är flitig forskare, författare och debattör.

Torkel Morgell är byggnadsingenjör och har arbetat inom byggbranschen, senast med eget konsultföretag. Numera ägnar han sig åt konsultverksamhet och annat praktiskt arbete för att utveckla ekologisk teknik.

Nils Nilsson har tidigare arbetat som kemiingenjör vid en massafabrik men brukar nu släktgården i Jämtland. Han har studerat mikrobiologi i Uppsala och samarbetar fortfarande med forskare där. Han har ofta anlitats som föredragshållare och debattör.

Jan Pilotti har tidigare studerat matematik och fysik men är nu läkare. Han har intresserat sig särskilt för förhållandet mellan hjärnan och medvetandet och har tillsammans med Kersti Wistrand redigerat antologin "Medvetandet och döden".

Jens Tellefsen är professor i fysik vid Tekniska Högskolan i Stockholm. Han har studerat vid Princeton- och Stanforduniversiteten i USA. Hans specialintressen är bl.a. fundamental fysik och populärvetenskap. På detta område har han medverkat vid den svenska utgivningen av två böcker av Paul Davies, "Andra världar" och "Gud och den nya fysiken".

Jan Wicén är civilingenjör och arbetar med forskning och utveckling av förbränningsmotorer. Han intresserar sig dessutom för ekologiska idéer och en holistisk världsbild, där den nu rådande tekniken alltmer ifrågasätts.

NYTÄNKANDE

inom odling, teknik, medicin

Under redaktion av Nils-Olof Jacobson

© Respektive författare
Norstedts Förlag, Stockholm 1987
Omslag av Lars E. Pettersson (efter en idé av
huvudredaktören)
Sättning: Nye Fotosättning
ISBN 91-1-873012-4
Printed in Sweden by
Fälths Tryckeri, Värnamo 1987

INNEHÅLL

1. Eftertänksamhet och nytänkande s 7
Nils- Olof Jacobson
 2. Medicinsk vetenskap och alternativ medicin s 14
Olov Lindahl
 3. Biologisk medicin — framtidens vardagsläkekonst? s 28 Karl-Otto Aly
 4. Odling, miljö och hälsa s 43
Nils Nilsson
 5. Alternativ odling 64
Jerker Engborg
 6. Praktisk ekologisk teknik s 85
Torkel Morgell
 7. Okonventionell alternativ energiteknik
s 106 Jan Wicén
 8. Fysiken och medvetandet s 122
Jens Tellefsen
 9. Medvetandet och hjärnan s 155
Jan Pilotti
 10. Att välja världsmodell s 193
Nils-Olof Jacobson
- Bokens författare s 214

Medvetandets gränser

Att fysiken kan ha något att göra med människans medvetande kan te sig överraskande. Men den så kallade kvantfysiken, som ägnar sig åt utforskning av materiens minsta beståndsdelar, öppnar förbluffande perspektiv på hur materia och medvetande tycks växelverka. *Kapitel åtta* ger en inblick i den nya fysikens världsbild, där allt i universum förefaller ömsesidigt beroende.

Vilken är då människans plats i allt detta? *Kapitel nio* diskuterar frågan om huruvida vårt medvetande är "instängt" i hjärnan eller om det finns andra möjligheter. *Kapitel tio* ger exempel på upplevelser som antyder att det finns andra möjligheter.