

englænderne satte et forskningsprojekt i gang for at bygge bomben, mens tyskerne ikke gjorde det. Først tre år senere, i 1943, fandt amerikanerne ud af, at den kritiske masse var ca. ti kilo. Det såkaldte Manhattan-projekt handlede om at bygge en atombombe, og “dagen, hvor Solen stod op to gange” for første gang var den 16. juli 1945, kl. 5:29:45 lokal tid, hvor en atomprøvesprængning tog sted i et upåagtet ørkenområde ved navn Alamogordoørkenen i midten af staten New Mexico. Kun 21 dage senere, den 6. august 1945, blev atombomben brugt for alvor og dræbte over 70.000 af Hiroshimas indbyggere med ét slag.

Disintegration eller enhed?

Efterhånden som undersøgelsesapparatet forbedredes i løbet af 1950'erne og 60'erne, blev forståelsen af de atomare fænomener tilsvarende mere kompleks. Mængden af elementarpartikler steg til flere hundrede, og der manglede totalt enhedsforståelse inden for området. Fysikerne arbejdede med en model, hvor al stof var underkastet i hvert fald fire fundamentale kræfter og en række partikler, der kunne være “bærere” af disse kræfter. Der var tyngdekraften, som Einstein havde udviklet en teori om, der var de elektromagnetiske kræfter, der viste sig i elektromagnetisk stråling og i kræfterne mellem elektron og proton i atomet, og to yderligere typer af kræfter i selve atomets kerne – de svage og stærke kernekrafter. Arbejdet for fysikerne drejede sig i stigende grad om at skabe overblik og forsimpning, f.eks. ved at finde fænomener, der kunne redegøre for de mange elementarpartikler, og teorier, der kunne redegøre for de forskellige kræfter i naturen – alt sammen ud fra en antagelse om, at der måtte findes ganske få fundamentale principper, og helst kun ét. Man søgte, hvad der blev kaldt en TOE – en “theory of everything”.

Det var heller ikke alle teoretikere, der fandt Bohrs fortolkning af kvantemekanikken acceptabel. Den satte grænser for erkendelsen, og den benægtede, at teorier om atomare forhold kunne eksistere uden også at involvere den teoretiserende person som observatør. Specielt Einstein var imod opgivelsen af forestillingen om, at fysikken skulle kunne give et objektivt billede af virkeligheden. Man kan sige, at Einstein kæmpede for fysikkens ontologiske status, dvs. den skulle kunne hjælpe til at begribe verden, som den “i virkeligheden er”, og ikke bare, som den kommer til syne for os.

Heisenberg og Bohr havde til gengæld – muligvis på hver deres måde

– opgivet forestillingen om en ontologisk funderet og deterministisk kausal beskrivelse af atomare processer. Brug af sandsynlighed som noget helt fundamentalt introducerede enten et subjektivt element i videnskaben eller, endnu værre for nogle, en form for indeterminisme i selve virkeligheden, hvor der lige pludselig ikke længere fandtes årsag og virkning. Einsteins relativitetsteori var en teori, der bevarede mulighederne for forudsigelse, fordi den tillod præcise beskrivelser og udledninger fra disse – men Bohr og Heisenberg benægtede, at der kunne foreligge sådanne præcise beskrivelser. Disse spørgsmål blev livligt diskuteret mange år frem, og modstandere af Bohrs fortolkning fremkom med tankeeksperimenter, der skulle vise, at han tog fejl. Han svarede på disse – typisk ved at vise, at de faktisk ikke gav de hævdede resultater, når de blev tænkt ordentligt igennem.

I løbet af 1950'erne og 60'erne fremkom alternative tolkninger af kvantemekanikken. Deres billede af den fysiske virkelighed var om muligt endnu mere komplekst, end hvad der syntes acceptabelt, hvis man skulle bevare klassiske forestillinger om simple sammenhænge i verden. F.eks. antog den amerikanske fysiker David Bohm (1917-92), at der bag kvantemekanikkens ligninger fandtes et stort antal skjulte variable, der aldrig ville kunne måles. I stedet for at forstå kvantemekanikkens ligninger som sandsynligheder, kunne Bohm således fortolke kvantemekanikken ontologisk, dvs. som reelle partikler og bølger bevægende sig på normal vis i et deterministisk univers. Andre alternativer bestod i at postulere, at der fandtes lige så mange verdener, som der fandtes mulige udfald af et kvantemekanisk eksperiment. For hvert lille kvante-udfald opstår der med andre ord uendelig mange paralleluniverser, som alle er identiske, men eksisterer i forskellige tilstande.

Den irske fysiker John Bell (1928-90) analyserede i 1960'erne situationen grundigt og påviste, at enten måtte man acceptere Bohr, eller også måtte man acceptere en model for verden, der involverede, at påvirkninger kunne ske øjeblikkeligt og over afstand, og altså dermed udbrede sig hurtigere end med lysets hastighed, hvilket ville være i strid med tanken om, at enhver overgang fra årsag til virkning må være kontinuert og ikke momentan – ligesom trækket fra et lokomotiv ikke går direkte til sidste vogn i togstammen, men bevæger sig via de mellemliggende vogne. Bells analyser var vigtige, fordi de ikke kun involverede tankeeksperimenter, men muliggjorde faktiske eksperimenter. Siden begyndelsen af 1970'erne har man gennemført sådanne. De har alle bekræftet Bells oprindelige resultater, og i dag anses Ein-

steins forestillinger om, at de atomare fænomener skulle kunne beskrives og forudsiges entydigt, og at de makroskopiske og mikroskopiske fænomener principielt skulle fungere ud fra samme principper, for at være forkerte.

Enten er verden meget anderledes, end vi normalt tror, eller også må vi antage, at “virkeligheden” i sig selv – især når vi ved målinger vil opnå erkendelse om, hvad der sker på det atomare niveau – forhindrer os i at vide, hvad der egentlig foregår; og selve forestillingen om, at der foregår “noget egentligt”, er i denne sammenhæng uklar. Det er umuligt at skille viden om det observerede fra viden om samspillet mellem observatør og det observerede.

Den dag i dag strides fysikere og filosoffer om den rette fortolkning af kvantemeknikken. Der er mange bud og ingen “objektiv” grund til at tro mere på den ene forklaring end på den anden – undtagen hvis man mener, at forskelligheden i fortolkningerne af kvantemeknikken i sig selv kunne ses som et tegn på, at kvantetilstande er tilstande af utilstrækkelig viden snarere end tilstande af virkeligheden.

Hele udviklingen omkring relativitetsteorien og kvantemeknikken har haft afgørende konsekvenser for forståelsen af, hvad videnskab egentlig er. Man så på forholdsvis kort tid teorier, der havde været anset for helt fundamentale forudsætninger for al erkendelse, blive forkastede og erstattet med andre og meget vanskeligt forståelige ideer. Hvor man omkring år 1900 havde en forestilling om et sammenhængende verdensbillede, så medførte udviklingen af videnskaben, at dette fortonede sig fuldstændigt. Hvor det omkring år 1900 var muligt stadig at tage udtrykket “verdensbillede” bogstaveligt, så gik man i løbet af århundredet væk fra “billeder” og over til succesrige matematiske formalismer – formalismer, som kun meget få kunne forstå og forbinde noget med. Ikke desto mindre fik teorierne masser af praktiske konsekvenser og teknologiske anvendelser. Transistoren, laseren, atombomben, atomreaktoren, og dermed den politiske situation efter 1945, og vores dagligdags situation med cd-afspillere og computere, alt dette blev frembragt i kraft af de nye teorier.

Eksotiske tilstande

I jagten på atomers eksotiske tilstande har fysikere i løbet af 1900-tallet udviklet stadig større “super-colliderer” for at finde stadig mindre partikler. Ville man skrive en ultrakort europæisk idehistorie om, hvad der holder sammen