

Folk, filosofer och fysik

Hanno Essén. *Relativitetsteorin medför resultat som tycks strida mot sunda förnuftet, men som måste accepteras eftersom de verifierats i ett otal experiment. Under 1900-talets första hälft bjöd den filosofiska Uppsala-skolan Einsteins teorier hårdnackat motstånd.*

HISTORISK BAKGRUND

Vid slutet av 1800-talet hade den klassiska fysiken nått en sorts heltäckande fulländning. Det gjorde att man i vissa kretsar trodde sig se fysikens fullbordan. Det arbete som börjat så stor-slaget med Newton skulle vara nästan färdigt. Den klassiska mekaniken hade finslipats av sådana som Euler och Lagrange. Den hade kompletterats med termodynamiken, en lärobyggnad om värme, temperatur och arbete som Carnot, Clausius, Joule och andra konstruerat. När sedan också elektromagnetismen blivit färdig genom Faraday och Maxwell verkade det som man fångat in naturens väsentliga kvalitéer och lagbundenheter. Den österrikiske fysikern och vetenskapsfilosofen Ernst Mach gav delvis uttryck för detta när han hävdade att atomer var rent teoretiska begrepp som man inte hade rätt att betrakta som konkret existerande. Klassisk fysik krävde inga atomer. Visserligen hade redan greken Demokritos, och senare romaren Lucretius mycket våltaligt hävdad att atomer bygger upp världen, men ingen hade sett dem och klassisk fysik verkade inte ha något direkt behov av dem.

Mach kritiserade atombegreppet delvis i polemik mot sin landsman Ludwig Boltzmann som försökte härleda termodynamiken ur statistisk mekanik för ett stort antal atomer. Maxwell arbetade på samma program, men ingen visste ännu hur stor en atom var och det hela var därför, trots en del formella resultat, lite i det blå. Allt detta skulle ändra sig radikalt med början vid det förra sekelskiftet 1900. Kärnan i problemet, ur teoretisk synvinkel, var att paradoxer uppstod när man skulle foga ihop elektromagnetismen med klassisk och statistisk mekanik. Planck försökte räkna ut hur elektromagnetisk strålning från en kropp av given temperatur skulle se ut. Han fick inte sina formler att stämma med experiment förrän han antog att strålningen (vågorna) förekom i ett slags minsta energipaket. Einstein visade sedan att det experimentella fenomen som kallades fotoelektriska effekten bara lät sig förklaras med att ljuset bestod av partikelliknande energipaket vars energi var proportionell mot ljusets frekvens. Därmed var fotonen, ljuspartikeln, född och grunden för det som skulle bli kvantmekanik var lagd.

Ett annat problem hade att göra med utbredningshastigheten hos elektromagnetiska vågor. Ur Maxwells ekvationer kan man enkelt räkna ut hur fort de rör sig. Värdet man fick överensstämde med det kända värdet för ljusets fart. Men i förhållande till vad rörde sig elektromagnetiska störningar med denna fart? Rörelse och hastighet är ju relativa och farten hos ett föremål är bara definierad om man anger vad det är som anses vara i vila. Newton hade postulerat existensen av ett absolut rum, men någon empirisk metod att mäta fart relativt detta hade aldrig kommit fram och man hade förlikat sig med att rörelse relativt så kallade inertialsystem var det som gick att upptäcka. Däremot fanns det ingen möjlighet att skilja inertialsystemen från varandra, utan vilket som användes var en ren konvention. Men hur tusan kan då Maxwells ekvationer ge en bestämd fart utan någon antydning om i förhållande till vad? Det var dessa frågor som klarades upp av den speciella relativitetsteorin som Einstein lade fram 1905. Redan dessförinnan hade Poincaré och H. A. Lorentz visat att Maxwells ekvationer krävde att tid och rum hängde ihop på ett speciellt sätt så att längder och tidsintervall påverkades av den mätandes fart. Einsteins speciella relativitet skapade en begreppsekonomi som gjorde att dessa egendomligheter blev naturliga konsekvenser av några få postulater. De två postulaten var (1) att fysiken skall vara likadan i alla inertialsystem och (2) att ljusfarten är den samma i alla sådana system. De visade sig leda till att tid och rum inte längre var oberoende av varandra utan att man måste tänka sig en "rumtid" med vissa väldefinierade matematiska egenskaper.

TEORINS NATUR

Här kommer jag till kärnan i vad fysik är. Fysikens själ ligger i ett subtilt samspel mellan å ena sidan experimentellt grundade observationer, fenomen och data, och å andra sidan en matematiskt formulerad teori där begreppen ges en logisk, matematisk struktur och ekvations-samband mellan uppmätta data förutsägs. Här är det viktigt att förstå att ordet teori har en speciell betydelse. Ibland betyder teori ungefär detsamma som en hypotes eller gissning (kreationister hävdar ofta men felaktigt att evolutionsteorin är av denna karaktär). I det här sammanhanget betyder dock teori något helt annat. Ibland säger man att man har en matematisk modell för vissa fenomen om det finns identifieringar mellan mätdata och matematiska storheter i modellen som överensstämmer med varandra via formelsamband. Ordet teori som jag använder det här står för en logisk matematisk modell som kan antas korrekt beskriva en del av verkligheten i djupare mening.

Teorin som sådan verifieras aldrig av enstaka mätningar och detaljer utan det är helheten, väven, av sammanhang och kvantitativa förutsägelser som ömsesidigt förstärker varandra, som gör att den som har förstått teorin och de empiriska resultaten också inser att den har en ofrånkomlig sanningshalt, samtidigt som den också har ett avgränsat giltighetsområde. När det gäller Einsteins speciella relativitetsteori finns det flera experiment som direkt verifierar de grundläggande postulaten. Det mest berömda av dessa är Michelsons och Morleys upptäckt att mätningar av ljushastigheten på Jorden är opåverkad av hur Jorden rör sig i sin bana kring Solen. De starkaste bevisen för teorin ligger dock inte här utan i det logiska och matematiska mönstret ur vilket tusentals olika förutsägelser kan göras som låter sig verifieras experimentellt. Det finns här ett stort pedagogiskt problem. För att förstå den fulla kraften i en teori är en viss förståelse av högre matematik nödvändig. Man kan förklara och motivera hur mycket som helst men utan matematiken blir det ändå inte äkta vara. Dock kan man naturligtvis inte kräva att den intresserade amatören skall sätta sig in i högre matematik eftersom det är oerhört tidsödande och dessutom fordrar en viss specialbegåvning, ungefär som musikalitet.

En av de största stöttestenarna när det gäller den speciella relativitetsteorin är den så kallade tvillingparadoxen. Den säger att om en tvilling stannar hemma på Jorden medan den andra reser med en raket under lång tid nära ljusfarten så kommer den resande vid återföreningen att vara mycket yngre än den som stannade hemma. Detta är inte någon paradox i logisk mening ty det ger inte upphov till några motsägelser, men likafullt anser många att det omöjligt kan förhålla sig på det sättet; fysikerna måste ha fel. Här anser sig amatörkritikern ha stöd av sunda förnuftet och sin erfarenhet av tidens natur som opåverkbart fortskridande. En närmare analys visar dock att inga människor har några erfarenheter av vad som händer med klockors gång och organismers åldrande vid de extrema hastigheter som en märkbar effekt kräver. Den speciella relativitetsteorins ekvationer visar mycket tydligt att när kvoten (v/c) mellan de fart-er, v , man har att göra med och ljusfarten, c , är liten så övergår teorin i den Newtonska mekaniken. Slutsatsen av detta är alltså att vardagserfarenheten är helt korrekt. Problemet är i stället att det är lätt att göra felaktiga antaganden (extrapolationer) om vad som händer när man går utanför de normala värdena på mätbara storheter. Just när det gäller tvillingparadoxen har den bokstavligen verifierats genom att man gjort experimentet med två identiska atomur. Det ena har fått vara i vila i laboratoriet och det andra har flugits runt med ett jetplan. När de sedan sammanförts och jämförts har det visat sig att det kringflygande uret har uppmätt en kortare tid än det vilande, precis som teorin förutsäger.

ICKEFYSIKERS MOTTAGANDE AV DE NYA TEORIERN

Förutom de ovan nämnda nya teorierna, kvantmekaniken och den speciella relativitetsteorin, kom 1917 också den allmänna relativitetsteorin. Den utgör en logisk fortsättning på speciell relativitet så att gravitationskraften blir en naturlig del av teorin. Den speciella relativitetsteorin är på många sätt en teori för elektromagnetismen men gravitationen, eller tyngdkraften, ig-

norerades. När Einstein 1917 löste detta problem var han tvungen att använda en även för fysiker okänd typ av högre matematik, nämligen differentialgeometri för krökta rum. Just denna teori och ett av de avgörande experimenten som stödde den blev märkligt nog en stor mediahändelse och ett av de få fall då fysikaliska teorier och experiment blev intensivt stötta och blötta av allmänheten.

Ungefär hundra år tidigare hade tysken von Soldner beräknat hur mycket en ljusstråle som passerar nära solen avböjs av dess gravitationsfält. Räkningen kan göras med Newtonsk mekanik och Soldner publicerade sitt värde. Einstein räknade ut hur mycket det skulle bli enligt hans allmänna relativitetsteori och fick ett värde som var dubbelt så stort. I maj 1919 skulle det bli en solförmörkelse som gjorde det möjligt att kolla dessa förutsägelser. Från England utsändes ett par expeditioner och inom mätnoggrannheten stödde data Einsteins värde framför det Newtonska. Detta kom att presenteras i massmedia som den världsnyhet det onekligen var och gjorde att relativitetsteori en tid var i var mans medvetande.

En avhandling i idéhistoria, *Fysikens filosofi* av Thord Silverbark som utkom 1999, behandlar mottagande av den nya fysiken, speciellt relativitetsteorin, i Sverige 1910-1970. Eftersom begreppen tid och rum får en ny innebörd i relativitetsteorin tyckte filosofer att fysikerna här trampade in på deras område och inte riktigt visste vad de gjorde. Redan Kant hade ju skrivit mycket om dessa begrepp och de ansågs tillhöra filosofins domäner. Man kanske kan invända att filosoferna inte direkt tillfört något kvantitativt utan att de enbart diskuterade det Euklidiska rummet och Newtons absoluta tid och rum sådana dessa postulerats av dessa auktoriteter. Man bör då komma ihåg att Newton klassificerades som naturfilosof och alltså delvis tillhörde det filosofiska området. Det är ju en gammal observation att de flesta vetenskapsgrenar har kondenserats ut ur filosofin vid någon tidpunkt, så även fysiken. Flera svenska akademiska filosofer kom alltså att publicera skrifter som var kritiska mot relativitetsteorin. De mest betydande av dessa var Uppsalafilosoferna Axel Hägerström (1868-1939) och Adolf Phalén (1884-1931).

Personer som anser att Einstein hade fel fanns alltså tidigt och har fortsatt att finnas. Det som var lite unikt med den situation som Silverbark beskriver var att en del av det akademiska etablissemanget kritiserade teorier inom ett ämne som sedan länge lämnat sin filosofiska vagga. Enligt Silverbark kan man förstå detta om man inser hur den tidens filosofer betraktade sitt ämne. Filosofin sågs som ett slags metaämne som står över de andra; även naturvetare tog på den tiden filosofie kandidat- och doktorstitlar. Det ligger naturligtvis något i en sådan attityd men som jag ser det underskattade filosoferna det mått av matematiska och teoretiska fysiska insikter som krävdes för att tillfullo förstå det fina i kråksången. Silverbark presenterar också kritik mot Einstein från allmänheten. Här finns ett helt spektrum av personer från de många som helt enkelt anser att relativitetsteorin strider mot sunt förnuft till de som påverkades av antisemitismen kring andra världskriget. Dessa var personer som ansåg att Einstein måste ha haft fel därför att han var jude. I Tyskland fanns det en rörelse för arisk fysik och självklart nådde sådant även vårt land.

DET SVENSKA FYSIKETABLISSEMANGET OCH RELATIVITETSTEORIN

Även bland svenska fysiker fanns en viss motvilja mot relativitetsteorin till en början. Den mest kända konsekvensen av detta är att Einsteins Nobelpris motiverades med teorin för den fotoelektriska effekten i stället för med relativitetsteorin. Ur modern synvinkel är det egentligen alldeles rätt att så skedde eftersom fotonbegreppet och den begynnande kvantmekaniken skulle leda till mycket mera revolutionerande omvälvningar av fysiken än vad relativitetsteorin kom att göra. Samtiden såg dock inte alls så på saken utan såg, ironiskt nog, detta som det utslag av den konservativa försiktighet som det också var. Nobels testamente säger visserligen att det är upptäckter som skall belönas, inte teorier, men det har man tummat på många gånger sedan dess. Den svenska fysiktraditionen var mycket experimentellt inriktad och de stora

teoretiker som i mera egentlig mening dominerade fysikens utveckling historiskt hade inga representanter i Sverige. Här tänker jag på namn som Boltzmann, Maxwell, Poincaré, Lorentz, Planck, Sommerfeld, Bohr m.fl. Svensk fysik var i stället mycket mättekniskt inriktad med stora namn som Ångström, Janne Rydberg och Manne Siegbahn inom, framförallt, atomspektroskopin.

Helt utan teoretisk fysik var inte Sverige utan så småningom framträdde även här representanter för ett mera abstrakt tänkande inom fysiken. De två viktigaste var först Carl Wilhelm Oseen (1879-1944) och senare framför allt Oskar Klein (1894-1977). Dessa tillhörde naturligtvis relativitetsteorins beskyddare och tillskyndare i Sverige. Båda verkade för att modern fysik gjorde sitt inträde här och båda insåg redan från början att de verkligt revolutionerande nyheterna kom inom kvantmekaniken och atomfysiken. Som de var goda teoretiker var relativitetsteorin, när den väl inhämtats, för dem fullständigt självklar. Detta hindrade inte att båda deltog i den allmänna debatten i viss utsträckning och också skrev populärvetenskapliga redogörelser om det nya rumtidsbegreppet. Oskar Klein som länge arbetade med Niels Bohr i Köpenhamn kom att bli Sveriges ledande teoretiska fysiker i ordets moderna mening. Hans storhet och framsynthet har faktiskt kommit att bli mera uppskattad efter hans död än före. Jag själv vill gärna räkna mig till den Kleinska traditionen eftersom jag, liksom en stor del av dagens svenska teoretiker, fått både min grundutbildning och forskarutbildning vid den institution för teoretisk fysik som han byggde upp, av lärare som var hans elever.

Det var dock inte bara teoretiska fysiker som var på relativitetsteorins sida. Silverbark berättar om flera olika intressanta personligheter. En var civilingenjören Ragnar Liljebäck (1885-1967) som verkade helt utanför den akademiska sfären. Efter sin examen från Kungl Tekniska Högskolan arbetade han inom den elektrotekniska industrin men kom trots detta att bli en av huvuddebattörerna på relativitetsteorins sida i den offentliga debatten. Filosofen och psykoanalytikern Tora Sandström (1886-1949) var den enda kvinnan som framträdde i debatten och den nya synen på tid och rum. Hon skrev en bok med titeln *Rum, tid och medvetande*. Där gick hon till angrepp mot Phaléns Einsteinkritik men någon djupare förståelse av relativitetsteorin avslöjar inte boken.

EPILOG

Det finns fortfarande personer i utkanten av fysiken som anser att Einstein hade fel. Alla teoretiker har någon gång råkat ut för dessa. Våldigt vanligt är att de studerar Einsteins originalskrifter och försöker hitta något felslut eller någon motsägelse i ett intrikat och långt resonemang som fysikerna av någon anledning gått på. Den antisemitiska kritiken har lyckligtvis sedan länge råkat i sådant vanrykte att den inte framträder oförklädd. Det är dock ganska vanligt att rent mänskliga eller sociologiska aspekter läggs på fysikaliska teoriers sanningshalt. För ungefär tjugofem år sedan besökte en australier institutionen för teoretisk fysik vid Stockholms universitet. Han drev med stor intensitet ståndpunkten att Newton hade fel på avgörande punkter. Om detta hade han på eget förlag publicerat många och långa skrifter där allehanda argument fördes fram. Ett av dem var att Newton som ungar och nattvakare knappast var en sund och trovärdig person.

Det är lätt att skratta åt sådant men man kan inte låta bli att känna en viss beundran för det måttlösa intellektuella självförtroende som en del av dessa personer uppvisar. Dessutom finns det naturligtvis en hel skala av tvivlare och kritiker från den australiska Newtonkritikerns typ hela vägen till dem som kan ämnet ganska väl men som inte helt övertygats om olika teorier bara därför att etablissemanget accepterat dem. Den senare sorten är mycket viktig för ämnet och dess utveckling. Det behöver inte vara något fel på en teori bara för att den inte fått nobelpris, som relativitetsteorin visar. Inte heller gör nobelpriset i sig en teori vare sig bättre eller sämre. Fysikaliska teorier måste ge förståelse och insikt, vad det nu betyder, och effektivt kunna användas för att med största möjliga begreppsekonomi ge ett intellektuellt grepp på

<http://www.physto.se/~vetfolk/Folkvett/200034folk.pdf>

verkligheten och dess fenomen. Det är här deras värde och styrka ligger. Utan detta synsätt finns bara en uppsättning skäligen godtyckliga matematiska modeller med större eller mindre giltighetsområde.

Silverbark avslutar sin avhandling med en diskussion om varför debatten om den moderna fysiken, och speciellt relativitetsteorin, successivt försvann från massmedia. Att nya professorer i filosofi tillträdde som inte ansåg sig känna tid och rum bättre än fysikerna var naturligtvis en del av förklaringen. Relativitetsteorin diskuteras inte längre särskilt mycket av vare sig fysiker eller vetenskapsfilosofer. En livaktig diskussion bland fackmän finns däremot om kvantmekaniken och hur den skall tolkas och hur den skall göras förenlig med gravitationsteorin. Framförallt kom sedan också atombomben, månresorna och elektroniken och satte med ett väldigt fyrverkeri punkt för de flestas funderingar om att fysiker inte riktigt visste vad de gjorde.

LITTERATUR

Huvudkällan är Silverbarks avhandling:

- Thord Silverbark, *Fysikens filosofi, diskussioner om Einstein, relativitetsteorin och kvantfysiken i Sverige 1910-1970*, Brutus Östlings Bokförlag Symposion, Stockholm/Stehag 1999.

En bra svensk framställning av den moderna fysikens historia är:

- Ingmar Bergström och Wilhelm Forsling, *I Demokritos fotspår, en vandring genom urämnnesbegreppets historia från antiken till Nobelprisen*, Natur och Kultur, 1995.

Fysikens moderna historia i Sverige diskuteras ingående i:

- Svante Lindqvist (red.) *Center on the Periphery, Historical Aspects of 20th-century Swedish Physics*, Science History Publications, 1993.

De bästa populära moderna böckerna om relativitetsteorin som jag känner till är tyvärr inte översatta till svenska. De är:

- Clifford M. Will, *Was Einstein right?* Oxford University Press, 1988.
- Kip S. Thorne, *Black Holes and Time Warps: Einstein's Outrageous Legacy*, W. W. Norton & Company, 1994.

Hanno Essén är vice ordf. i Vetenskap & Folkbildning, docent i teoretisk fysik och lektor i mekanik vid KTH.