

Hur mottogs relativitetsteorin av svenska fysiker?

Carl-Olov Stawström

Bland de idéer som format vår världsbild av idag spelar Albert Einsteins relativitetsteori en viktig roll. Einsteins insats har jämförts med Charles Darwins utvecklingslära och med Sigmund Freuds teorier om vårt undermedvetna vad gäller genomslagskraften hos idéerna. Gemensamt för dessa tre tänkare var, att deras teorier orsakade intensiva kontroverser när de lades fram. Med både logiska och känslomättade argument bekämpade anhängare och motståndare varandra. Alla tre teorierna får idag anses allmänt accepterade av såväl fackmän som av en bredare allmänhet, även om det alltjämt finns människor som har en kritisk inställning till en eller flera av dem.

Einsteins relativitetsteori har alltså, alltsedan den framlades i början av detta århundrade, förmått sätta känslor i svallning som få andra fysikaliska teorier. Den har diskuterats bland fackfolk och lekmän med både lidelse och kylig logik. Darwins och Freuds tankar har kunnat göras relativt lättillgängliga för en bredare allmänhet. Det har däremot varit en mycket svårare uppgift att populärt men korrekt förklara vad relativitetsteorin handlar om. Många missförstånd och vantolkningar har därför kunnat spridas och leva vidare, trots att flera fina populärvetenskapliga böcker har skrivits om Einsteins tankegångar. Bertrand Russell uttryckte detta träffande i sin formulering att "alla vet, att Einstein gjorde något märkligt, men att mycket få vet exakt vad det var!"

Två teorier

Det som komplicerar bilden är, att begreppet "relativitetsteorin" är delvis missvisande, eftersom Einstein faktiskt lade fram två teorier, den speciella relativitetsteorin 1905 och den allmänna tio år senare.

Den speciella teorin sysslar med kroppar som rör sig i förhållande till varandra med likformig rörelse. För att



Figur 1. Albert Einstein 1879–1955.

naturlagarna ska vara giltiga för alla observatörer måste ljushastigheten i vakuum vara konstant, oberoende av rörelsetillståndet hos den som mäter den. Kravet leder vidare till Lorentz-transformationerna, vars innebörd bl a är, att om två personer samtidigt mäter en viss längd, massa eller tid, så får de olika mätvärden, om de inbördes rör sig med en viss konstant hastighet.

Sådana påståenden – och andra som följer ur teorin – väckte naturligtvis uppståndelse och ibland förargelse, eftersom de så uppenbart strider mot "sunda förnuftet". En extra svårighet för teorins försvarare är att dessa effekter dessutom är så små vid de hastigheter som normalt uppträder i det dagliga livet, att det är mycket besvärligt att påvisa dem experimentellt. Det "sunda förnuftets" anhängare kunde t ex fråga hur en och samma meterstav kan uppmätas till 9 dm av en person i rörelse och därvid påräkna stöd från många filosofer som ansåg teorin logiskt motsägelsefull. Det var säkert många gånger svårt att både förklara och försvara teorin mot sådana angrepp. Mycket av den nimbus av obegriplighet som omger relativitetsteorierna hänger samman med det pedagogiska problemet att klart och lättfattligt utreda vad det hela egentligen handlar om.

Den allmänna relativitetsteorin är matematiskt mycket avancerad. Redan detta gör det svårt, ja omöjligt för de flesta människor att tränga in i den. Det är egentligen fråga om en gravitationsteori. Einstein visade, att om kravet på likformig rörelse tas bort, så kan verkningarna av en acceleration principiellt inte skiljas från verkningarna av ett gravitationsfält. Bland teorins experimentella förutsägelser fanns något så märkligt som att ljusstrålar påverkas av tyngdkraften och att en rödförskjutning av spektrallinjer förväntas i ett gravitationsfält. En stor triumf för teorin blev förklaringen av periheliumproblemet: Det var ett av den klassiska mekanikens irriterande olösta problem att planeten Merkurius bana har ett perihelium (den punkt där planeten är närmast solen) som förändrar läge med tiden. Newtons mekanik kunde nästan förklara fenomenet men det blev en förarglig liten rest kvar. Den allmänna relativitetsteorin kunde ge nästan exakt rätt värde!

De båda teoriernas innehåll är svårtillgängligt, både teoretiskt-matematiskt och experimentellt, speciellt som de förutsagda effekterna förväntas uppträda i märkbar omfattning först vid höga hastigheter respektive starka gravitationsfält. När Einstein lade fram sina teorier förblev de därför praktiskt taget obemärkta, utom för en ganska liten krets specialister. Dessa däremot, män som Max Planck, Max von Laue, Wilhelm Wien, Wilhelm Ostwald m fl, insåg tidigt den fundamentala betydelsen av Einsteins tankar. Redan 1910, fem år efter framläggandet av den speciella teorin, föreslogs Einstein till nobelpriset i

fysik. Nästan varje år därefter blev han nominerad – tills han äntligen fick priset 1922, men för en annan upptäckt!

Einstein blir välkänd

Einsteins namn flög plötsligt över hela världen i samband med de engelska solförmörkelseexpeditionerna i maj 1919. Den dittills nästan okände tyske professorn blev en världsberömd celebritet som to m hyllades som Newtons överman. I den allmänna teorin hade Einstein förutsagt att om ljuset från en stjärna påverkades av solens gravitationsfält så skulle detta kunna påvisas som en vinkelavböjning av ljusstrålen. Vid en solförmörkelse skulle man ha möjlighet att kunna fotografera en stjärna som hade en lämplig position "bakom" solen i förhållande till oss. Den 27 maj 1919 inträffade en solförmörkelse och de till Afrika och Sydamerika utsända astronomerna lyckades ta bilder, där en sådan avböjning kunde konstateras. Det uppmätta resultatet stämde ungefär med det värde Einstein förutsagt. Den klassiska mekaniken hade inte förutsagt någon avböjning alls, eller om man accepterade Newtons ursprungliga idé om ljuset som en ström av partiklar skulle man ha fått exakt hälften av Einsteins värde. Publiciteten i dagspressen blev enorm – den klassiska mekanikens grundvalar ansågs rubbade.

En häftig debatt om "relativitetsteorin" flammade upp och rasade under åren 1919–22. Långtifrån alla var övertygade av de fotografiska bevisen. Mätfelen var ganska stora och alternativa förklaringar lades fram. Fysikaliska argument och känsloutbrott blandades, moraliska och matematiska synpunkter fördes fram sida vid sida. Förutom kritiken av det fysikaliska innehållet fördes en filosofiskt-moralisk diskussion. Vissa filosofer, speciellt i Sverige, ansåg teorin metafysiskt bemängd och grundad på oklara begrepp och logiska felaktigheter. Andra påstod att konsekvenserna av Einsteins idéer var att "allt är relativt" – även moralbegrepp och normer – och att detta ledde till förfall, moralupplösning och anarki.

Den förvirring som präglar diskussionerna under denna tid beror dels på att man knappast skilde mellan de båda teorierna i den populära debatten, dels på att fackmännen tycks ha misslyckats med den svåra uppgiften att lättbegripligt och korrekt förklara för gemene man vad det egentligen var som hände inom fysiken. För många lekmän kom denna röriga diskussion att prägla uppfattningen om "relativitetsteorin" som något mystiskt och obegripligt och om Einstein som något slags trollkarl.

Fysikerna däremot började under 1920-talet alltmer acceptera den speciella relativitetsteorin och ett genombrott kan dateras till slutet av decenniet. Avgörande var att alltfler experiment stödde teorin eller dess följsatser. De Broglies teori om materiens vågnatur, som belönades med



Figur 2. Ragnar Holm 1878–1945. Lektor i matematik och fysik i Örebro.



Figur 3. Henning Pleijel 1873–1962. Professor i teoretisk elektroteknik, KTH.



Figur 4. Gustaf Granqvist 1866–1922. Professor i fysik, Uppsala.

nobelpriset 1929, byggde helt på Einsteins teori och den experimentella bekräftelsen skedde i form av arbeten av Davisson, Germer och Thomson under decenniets senare hälft. Under 1930-talet övertygades atomfysikerna om ekvivalensen mellan materia och energi. Den för alla påtagliga bekräftelsen av Einsteins berömda formel kom naturligtvis 1945, då den första atombomben sprängdes.

Vad gäller den allmänna teorin, så ansågs den knappast bekräftad bland fysiker efter 1919. Osäkerheten i de experimentella beläggen ansågs av många som alltför stor. Teorin ansågs heller inte motbevisad utan blev snarare lagd åt sidan som något man kunde beundra som en vacker skapelse men knappast använda. Denna törnsasömn varade till 1960-talet, då nya mätmetoder gjorde det möjligt att verifiera förutsägelseerna med betydligt större noggrannhet än tidigare. Mössbauereffekten är ett exempel på ett tidigare inte känt fenomen som kunde utnyttjas. Under de senaste decennierna har teorin alltmer visat sin styrka som ett oumbärligt hjälpmedel inom astrofysiken. (Se artiklar i Kosmos 1980 av C Jarlskog och B E Y Svensson samt 1983 av G Larsson-Leander.)

Den speciella teorin slog igenom internationellt bland fysiker i slutet av 1920-talet, medan den allmänna fick vänta ytterligare 30–40 år på ett liknande erkännande. Detta gäller naturligtvis endast i grova drag. I de fascistiska och socialistiska länderna spelade ideologiska skäl tidvis en avgörande roll för avståndstagande från Einsteins idéer.

Sverige

I vårt land löpte utvecklingen ungefär i de ovan skisserade banorna, men en speciell och internationellt uppmärksammas aspekt av de svenska fysikernas inställning avspeglas i turerna kring Einsteins nobelpris. Han blev ju föreslagen till fysikpriset nästan varje år från 1910 med den speciella – och efter 1916 – även med den allmänna teorin som motivering. Priset dröjde emellertid ända till 1922 och då med en helt annan motivering. Hur kan detta förklaras?

Före 1919 uppmärksammades Einstein mycket litet i vårt land. Lektor Ragnar Holm författade 1912 en populärvetenskaplig artikel om "relativteorin", där man märker en försiktig, avvaktande sympati. Det är en vacker och fin matematisk teori, men eftersom det inte finns några möjligheter att bekräfta den experimentellt måste man vänta med ett omdöme. Henning Pleijel, professor i teoretisk elektroteknik vid KTH, var däremot mycket entusiastisk i sina artiklar i Teknisk Tidskrift 1918. En negativ syn hade däremot Hilding Faxén, senare professor i mekanik vid KTH. Samma år hävdade han, att även om den speciella teorin inte motsades av några fenomen, så var den helt ointressant för experimentalfysikern. De



Figur 5. Bernhard Hasselberg 1848–1922. Professor vid KVA, Stockholm.



Figur 6. Allvar Gullstrand 1862–1930. Professor i fysiologisk och fysikalisk optik, Uppsala. Nobelpris i medicin 1911.



Figur 7. Carl Wilhelm Oseen 1879–1944. Professor i mekanik och matematisk fysik, Uppsala.

effekter som eventuellt skulle kunna mätas var alltför små. Faxén präglade uttrycket 7:e decimalseffekt!

Denna uppfattning om betydelsen av att kunna verifiera en teori experimentellt går igen i nobelkommitténs synpunkter på Einstein som kandidat till fysikpriset. Trots att framstående utländska fysiker år efter år föreslog honom, blev Einstein regelbundet underkänd av kommittén med hänvisning till att hans teorier var just – teorier. För ett nobelpris krävdes mycket mer, nämligen fullständig experimentell verifiering. Nobelkommittén i fysik dominerades av personer med anknytning till den starka experimentalisttraditionen i Uppsala. Professorerna Gustaf Granqvist i Uppsala och Bernhard Hasselberg vid Vetenskapsakademien hörde hit, liksom senare nobelpristagaren Allvar Gullstrand.

Det verkar som om man hellre gav priset till forskare som företagit noggranna, i minsta detalj experimentellt verifierbara mätningar och undersökningar. Det var teoretiska fysiker som stödde Einstein, förutom Pleijel framförallt Carl Wilhelm Oseen som innehade professuren i teoretisk fysik i Uppsala. Den teoretiska fysikens ställning var emellertid svag i Sverige under denna tid. Under 1920-talet stärktes dess ställning betydligt, inte minst på grund av Oseens målmedvetna arbete.

När Einsteins namn efter 1919 blev välkänt engagerade sig också fler fysiker i diskussionen för och emot hans teorier. Det måste framhållas att Einsteins övriga arbeten, inom områden som fotoeffekt eller värmekapacitet, aldrig ifrågasattes. Det var innehållet i relativitetsteorierna som ledde till våldsamma diskussioner och engagerade ställningstaganden. Många blev stimulerade av de nya idéerna, medan andra hade svårt att acceptera dem eller blev direkt provocerade. Den ledande förkämpan för teorierna i Sverige var utan tvivel Oseen. I flera uppsatser förklarade och försvarade han dem. (Se tex Kosmos 1921.) Hans sommarföreläsningar 1919 blev mycket uppmärksammade. De finns utgivna i bokform och ger en mycket läsvärd översikt över fysikens utveckling under 1800-talet och 1900-talets första decennier. Oseen förklarar helt frankt att den speciella teorin redan är väl etablerad. Lika ivrig var rektor Max Grenander som skrev populärvetenskapliga böcker i olika ämnen.

Motståndarsidan förde fram varierande argument. Albert Victor Bäcklund, Oseens lärare i Lund och tillika rektor vid universitetet analyserade den allmänna teorin i fyra stora uppsatser (1919–21). Han fastslog, att Einsteins beräkningar visserligen var korrekta men att de måste uppfattas som små korrekationer till den klassiska mekaniken. Det var denna som, enligt Bäcklund, beskrev den fysikaliska verkligheten, vilket Einsteins teori aldrig kunde göra anspråk på. Den förblev i bästa fall en matematisk hjälpkonstruktion. En mer originell synpunkt lade



Figur 8. Albert Victor Bäcklund 1845–1922. Professor i fysik, Lund.



Figur 9. Carl Benedicks 1875–1958. Professor i fysik, Stockholms Högskola.



Figur 10. Claes Albert Mebius 1854–1947. Lektor i matematik och fysik i Göteborg, professors namn 1918.

Carl Benedicks fram. När han lämnade professuren vid Stockholms Högskola 1922 (för att övergå till Metallografiska Institutet) hävdade han i avskedsföreläsningen, att tanken på hastighetsberoendet hos längd, tid och massa var felaktig. Felet låg i en överdriven tilltro till Maxwells ekvationer från vilka den speciella teorin härleddes.

Denna mer ovanliga synpunkt vann dock ingen ankläng utan angreppen på Einsteins teorier följde mer Bäcklunds tilltro till den klassiska fysiken. Professor Claes Albert Mebius, eterteorins siste anhängare i Sverige, framhöll också, att enligt "sunda förnuftet" kan en kropp inte ha en längd när den är i vila och en annan, när den rör sig. Dessa och andra "besynnerligheter" kritiserades i skarpare ordalag av Oscar Edvard Westin, professor vid KTH. Han menade, att man verkligen kunde betvivla, att en så "lösligt ihopkommen och alls icke trovärdig teori" någonsin kunde bekräftas. Westin skilde dock mycket sympatiskt mellan person och sak, när han i samma artikel beklagade de antisemitiskt inspirerade personangreppen på Einstein i Tyskland vid denna tidpunkt (1921).

Personangrepp fanns det emellertid gott om i den lilla, starkt polemiska skrift som Sten Lothigius gav ut 1922. Här anklagas Einstein för "bondfångeri" och för att i valet mellan vetenskaplig sanning och egen berömmelse utan tvekan välja den senare. Lothigius var jurist men mycket intresserad amatörfysiker, som bl a tog initiativet till grundandet av Svenska Fysikersamfundet i oktober 1920! I många år var han dess skattmästare. Skriften ger tyvärr ett mycket olustigt intryck och vittnar om de starka känslor som kom till uttryck i samband med diskussionen om Einsteins teorier. Lothigius tycks emellertid ha varit den ende svenske fysiker (och dit får man nog räkna honom) som direkt attackerat Einstein som människa.

Hur ställde sig då det stora flertalet svenska fysiker? Man får förmoda att de som hade en klar uppfattning gav uttryck åt den i skrift. Säkert diskuterades relativitetsteorierna man och man emellan, men i brist på skriftliga vittnesbörd får man anta, att de flesta var avvaktande eller tveksamma. Även hos några anhängare spårar man försiktighet. Manne Siegbahn beklagade att det empiriska materialet är så torftigt, och Ivar Waller, Oseens efterträdare på professuren i Uppsala, var påfallande försiktig i sitt omdöme om den allmänna teorin. Han skrev en detaljerad redovisning av den allmänna teorins tre verifierbara förutsägelser i Kosmos 1922 (periheliproblemet, ljusavböjningen och rödförskjutningen).

Nobelpriset

En som inte var försiktig utan bestämt lämnade sitt kritiska omdöme om den allmänna teorin var Allvar Gullstrand. Han specialstuderade den för nobelkommitténs



Figur 11. Oscar Edvard Westin 1848–1930. Professor i maskinlära och bergsmekanik, KTH.



Figur 12. Sten Lothigius 1877–1959. Jurist, amatörfysiker.



Figur 13. Ivar Waller 1898–. Professor i mekanik och matematisk fysik, Uppsala.

räkning och menade att den aldrig kunde vara värd ett nobelpris. Om man ville acceptera den eller ej var en "trossak". De mätbara effekterna var så små och felgränserna så vida, att det aldrig kunde bli tal om någon verifiering. Åter möter vi kravet på fullständig experimentell kontroll via mätningar. Nobelkommittén hamnade nu i ett svårt läge. Det internationella fysikersamhället föreslog Einstein år efter år, och med stigande förvåning måste man ha noterat, att han varje gång underkändes. Kommittén kländes mellan detta starka yttre tryck och kravet från experimentalisterna på fullständigt experimentellt stöd för teorin. Situationen blev så svår 1921, att man beslöt, att inte dela ut något fysikpris alls!!

Det blev Oseen som fann en väg ut ur dilemmat. På hans förslag beslöt man året därpå att dels ge Niels Bohr 1922 års pris, dels ge Einstein det från föregående år infrusna priset. Motiveringen för Einsteins pris blev den "fotoelektriska lagen", som experimentellt grundligt hade verifierats av Millikan. Med denna kompromiss kunde även motståndarna tillskriva sig en halv seger, ty även om nu Einstein fått priset, så var det ju i alla fall inte för den kontroversiella "relativitetsteori".

Utvecklingen efter 1922

Om nu det hårda motståndet bottnade i en extrem experimentalinställning hos tongivande svenska fysiker, så förändrades bilden snabbt under 1920-talet. Hasselberg och Granqvist avled i början av decenniet och Gullstrand gick bort 1930. Oseen och Siegbahn valdes in i nobelkommittén och den teoretiska fysikens ställning i Sverige stärktes, inte minst genom Oseens arbete som Svenska Fysikersamfundets förste ordförande. När sedan bl a de Broglies arbete med dess experimentella bekräftelse så väl stödde den speciella teorin accepterades den allmänt. Paradoxalt nog såg det emellertid som mörkast ut för anhängarna just i mitten av 1920-talet. En central del i teorin är förklaringen av det negativa utfallet av Michelson-Morley-experimentet, som bl a visade, att någon "etervind" inte uppstår vid jordens rörelse i sin bana. Professor D C Miller hade i USA flera gånger upprepat experimentet och konstaterade 1925 en etervind på ca 9 km/s. Detta grundskott mot teorin kom själve Oseen att förtvivla, och han skrev, att om Millers resultat var riktigt "så kommer nu straffet för Einsteins överord". Nu visade det sig snart att Miller tagit fel och man kunde åter lita på Einstein. Det dröjde dock till 1960-talet innan man vågade vara helt säkra (se T Alvägers artikel om den experimentella bekräftelsen av den speciella teorin, Kosmos 1965).

Att den speciella teorin vann allmänt accepterande kring 1930 bestyrks av flera omständigheter. Angreppen på teorin från motståndare bland svenska fysiker

upphörde. Rektor Erik Hallgren gav to m upp eterteorin i en uppsats 1932, där han medgav, att Einsteins teori kunde anses likaberättigad med den klassiska mekaniken. Detta var en väsentlig reträtt, jämfört med tidigare positioner hos Bäcklund och Mebius. Med början under 1930-talet finner man dessutom ett antal artiklar, främst i tidskriften *Elementa*, där olika aspekter av den speciella teorin behandlas. Man motiverar aldrig teorin och polemiserar aldrig mot motståndare. När teorin varken behövde motiveras eller försvaras måste den ha uppfattats som något väl etablerat, som en del av det rådande paradigmet. På 1950-talet finner man flera studentuppgifter i fysik som behandlar den speciella teorin, ja den första kom redan våren 1948. Efter gymnasiereformen 1966 har den speciella relativitetsteorin fått en stark ställning i fysikundervisningen.

Den allmänna teorins öde följde likaså det ovan skisserade internationella mönstret. Efter den avvaktande tystnaden började man publicera artiklar om den under 1960-talet, även här främst i *Elementa*. Medan teorin nu får anses helt accepterad av svenska fysiker föreligger en eftersläpning i den elementära undervisningen, då den endast summariskt berörs på gymnasienivå.

Avslutning

Innehållet i denna artikel bygger på en uppsats i idéhistoria (Stockholms Universitet, våren 1985). I denna behandlas även den starkt negativa inställningen till den speciella teorin från de svenska filosofernas sida. Det var Uppsalaskolan, företrädd av professor Adolf Phalén och Dr Harald Nordenson, som 1922 skarpt kritiserade teorin ur kunskapsteoretisk synpunkt. Angreppen fortsattes under slutet av 1930-talet av filosoferna Einar Tegen och Gunnar Oxenstierna och ledde bl a till en intensiv polemik mellan Dr Ragnar Liljeblad, ASEA, teorins stridbare försvarare och Harald Nordenson i *Teknisk Tidskrift* 1938. Det är en ganska nöjsam läsning. De svenska fysikerna i allmänhet tog inte alls del i dessa debatter. De sysslade med andra ting och den speciella relativitetsteorin var redan något etablerat. Det som intresserade filosoferna var för dem redan passé eller bottnade möjligen i missuppfattningar. Oseen menade, att tvisten i grund och botten var meningslös och att en olyckligt vald terminologi lett filosoferna till att kritisera sådant som logiskt sett saknade mening. Idag accepterar de svenska filosoferna helt Einsteins teorier, fred slöts redan i mitten av 1940-talet.

Litteratur

C-O Stawström, "Synpunkter på hur svenska fysiker och filosofer uppfattat Einsteins relativitetsteorier", B-uppsats i idéhistoria, Stockholms Universitet, VT 1985 även utgiven i KTH skriftserie TRITA-HOT-2018.

Här finns även en utförlig förteckning över de källor som är omnämnda eller antydda i artikeln.



CARL-OLOV STAWSTRÖM, (f 1938) Tekn lic vid KTH 1967, högskolelektor i Tillämpad Elektronik vid KTH.