Sveriges deltagande i CERN.

1 Inledning

CERN-kommitten har, förutom att genomföra de uppgifter som givits av NFR, utfört ett antal utredningar, bl.a. inför rådets beslut att rekommendera ett svenskt deltagande i LHC-projektet, för att ge förslag till kompletterande stöd för den högteknologiska aspekten av forskningsverksamheten och för nyrekrytering till denna verksamhet. En huvudpunkt är att främja svenskt utnyttjande av CERN, vetenskapligt och teknologiskt. En annan viktig uppgift har varit att informera om svensk partikelfysik och utvecklingen internationellt. Kommitten har däremot inget uppdrag att föreslå en prioritering av stödet från NFR till verksamheten i kärn- och partikelfysik.

En stor del av diskussionerna de senaste två åren har gällt utbildnings- departementets sparbeting vad gäller internationell samverkan. Den naturvetenskapliga grundforskningen, särskilt inom fysikområdet, har i allt ökad utsträckning internationaliserats därför att den instrumentering som krävs blivit alltmer sofistikerad och dyrbar. Sverige har följt en internationell utveckling i detta avseende och medverkar i europeiska och nordiska samarbetsprojekt som CERN, ESO, EMBL, ESRF, NOT och JET. CERN är en föregångare i detta avseende - när CERN skapades på 1950-talet, med Sverige bland de 12 instiftande nationerna, skedde detta för att hejda forskarflykten till USA inom ett för efterkrigstiden mycket strategiskt fysikområde.

2 CERNs betydelse inom högenergifysiken.

CERN har utvecklats till ett väldsledande laboratorium för partikel- och kärnfysik. Ett flertal större projekt har genomförts som alla väl följt tidsplanering och kostnadsramar och ändå gett prestanda som överträffat utfästelserna. Med konstruktionen av världens första proton-antiproton kollideraren SppS i början av 1980-talet övertog CERN definitivt rollen som det världsledande laboratoriet i partikelfysik. Där upptäcktes 1983 den svaga kraftens mycket tunga förmedlarpartiklar W och Z (Nobelpris till C. Rubbia och S. van der Meer).

Under 1990-talet har de svenska gruppernas huvudengagemang varit DELPHI- experimentet vid LEP. Kollideraren för elektroner och positroner, LEP, konstruerades för att i detalj kunna studera processer där de tunga kraftförmedlarna W och Z produceras i stort antal. LEP som skulle testa den s.k. Standardmodellen för elektromagnetisk, svag och stark växelverkan, invigdes 1989 och har utnyttjats också av ett stort antal forskare från USA, Ryssland och Japan. LEP kunde kartlägga hela strukturen av materiebyggstenar, inklusive den mycket massiva toppkvarken som från precisionsmätningar av de elektrosvaga parametrarna uppskattades väga dubbelt så mycket som W och Z. Detta bekräftades senare i experiment vid Fermilaboratoriet i USA. Resultaten från LEP har kosmologisk betydelse för förståelsen av Universums utveckling i ett mycket tidigt skede av Big Bang, och för elementsyntesen efter Big Bang där materians nedkylning bl.a. bestämdes av tillgången på neutrinopartiklar.

LEP har nyligen fördubblat sin strålenergi så att par av W och Z partiklar kan produceras. Kanske kommer man att se den märkvärdiga Higgspartikeln vars existens är en hörnsten i teorin. Datatagningen fortgår till år 2000.

Den nuvarande Standardmodellen för elementarpartiklar har sina begränsningar. Den har alltför många fria parametrar, d.v.s. storheter som inte kan härledas. Många fundamentala problem belyses inte alls, t.ex. varför naturen valt en värld av materia (inte antimateria) med tre familjer av materiebyggstenar, hur dessa får sina inre egenskaper såsom de laddningar, spinn och de massor man observerar. Teoretikerna har flera hypoteser om hur modellen skulle kunna utvidgas så att vi får svar på en del av dessa frågor. Dessa teorier kräver existensen av tunga partiklar som LEP hittills inte förmått producera med sin begränsade kollisionsenergi. Nästa kolliderare vid CERN, Large Hadron Collider, konstrueras med syftet att upptäcka de massgenererande Higgspartiklarna och den associerade världen av supersymmetriska partiklar som skulle avbilda bosoner och fermioner i varandra. Supersymmetrin är en länk till en enhetlig teori för all växelverkan. Men för detta krävs mycket högre kollisionsenergi än vad LEP kan leverera, och dessutom mycket höga strålintensiteter eftersom träffytan för processerna ifråga är låg. För närvarande kan detta bara uppnås i kollisioner mellan högenergetiska protoner.

CERN har alltid strävat efter att tillgodose en brett spektrum av användare. Speciellt kan nämnas det svenska deltagande i ISOLDE, där strålar av kortlivade kärnor medger unika undersökningar av nya isotoper, långt ifrån stabilitetslinjen. Svenska fysiker deltog också i några av CERNs unika faciliteter som fick offras för att ge utrymme för LHC i budgeten, t.ex. LEAR, där CP-brottet studerades i förintelsen av lågenergetiska antiprotoner mot protoner, och i det nu vingklippta programmet med fasta strålmål där bl.a. ett framgångsrikt program för tungjonskollisioner nu avslutats. CERN strävar efter att bibehålla ett program för neutrinofysiken. Frågan on neutrinopartiklarnas eventuella massa och oscillationer är en mycket aktuell fråga.

Antalet svenska partikelfysiker (speciellt doktorander) har stadigt ökat under 90-talet, och i CERN-experimenten deltar nu ca 90 fysiker (hälften därav doktorander och flera av dessa har rekryterats från andra länder i Europa).

3 Svensk medverkan i LHC-projektet.

Diskussionerna rörande LHC startade på mitten av 1980-talet, och efter intensiva studier, där svenska forskare deltog mycket aktivt, var LHC-projektet klart för en presentation 1994. Sveriges regering följde forskningsrådets förslag att rekommendera byggandet av LHC tillsammans med 16 andra medlemsländer i CERN. Ett principbeslut fattades i december 1994. Projektets budget utsattes senare i flera omgångar för kritisk granskning och flera kostnadsbesparande förbättringar genomfördes, bl.a. längre och färre supraledande magneter samt ett enklare kylsystem. Projektets nya trimmade budget fastställdes i juni 1996 (med svenskt stöd), men redan under sommaren 1996 kom ytterligare krav på 10%-iga besparingar från tysk sida som ledde till mycket besvärliga diskussioner mellan delegationerna och med CERN. Budgeten antogs slutgiltigt i december 1996 med ett tidsschema som förutser de första strålarna år 2005, och där projektet är fullt finansierat år 2008. LHC kommer att användas under minst en 10-årsperiod.

Experimenten vid LHC är mycket stora och komplicerade, bl.a. måste apparaturen i detektorns centrum utstå mycket intensivt partikelflöde som efter 10 års drift motsvarar uppemot 10 Mrad. De svenska grupperna deltog tidigt i flera detektorutvecklingsprojekt för ATLAS- och ALICE-experimenten och har på ett avgörande sätt bidragit till att utforma viktiga aspekter av spårdetektion, energirekonstruktion, strålhärdig elektronik och datahanteringen. Sammanlagt 4000 fysiker är engagerade i experimentuppbyggnaden, med ett stort inslag från icke medlemsländer och betydande finansiellt engagemang från bl.a. Japan, Kanada, Ryssland, USA. CERN utvecklas alltmer mot ett världslaboratorium. Från Sverige deltar f.n. 55 fysiker och tekniker i LHC-experimenten, och när LEP tas ur bruk år 2000 kommer ytterligare fysiker att ansluta.

En stor del av beställningarna är redan utlagda och medlemsländernas finansiering av experimenten håller på att detaljregleras i s.k. Memorandum of Understanding.

4 Fortsatt behov av forskningssamverkan.

Rörligheten inom forskarvärlden ökar med det svenska medlemsskapet i EU - det är i denna situation viktigt att visa solidaritet med övriga Europa och att tillåta en långsiktig planering av den gemensamma forskningspolitiken.

En starkt biragande orsak till att CERN blivit så framgångsrik är den unika satsningen på teknik inom olika områden. Konstruktionen av LHC och detektorerna ATLAS och ALICE är teknikdrivande, utan motstycke i tidigare forskningsanläggningar. För första gången prövas i stor skala supraledande magneter med 9 Tesla magnetfält, kylsystem för 1.8 Kelvin, vakuum på 10^{-11} torr, precisionsmekanik i mikronområdet med automatisk lägeskontroll, strålningshärdig elektronik med mycket låga kostnader per kanal, optisk datakommunikation med enorma dataflöden, och fullt utvecklad kommunikation mellan flera hundra samarbetande grupper via WWW.

WWW utvecklades först som kommunikationsmedel vid CERN och har nu vidareutvecklats till var mans egendom i Internet. CERN stödjer flera associerade teknikprogram, t.ex. acceleratorbaserad cancerbehandling (TERA) och studier av acceleratordriven omvandling av långlivat radioaktivt avfall till mera hanterbara produkter (Energy Saver). Svenska fysiker och ingenjörer har mycket att bidra till och lära vid CERN. NFR har inrättat flera stödformer för tekniskt utbyte av CERN, bl.a. genom AB Teknotransfer, och genom ett utvidgat program för sommarstudenter som inbjuds arbeta tillsammans med CERN-grupper.

5 Sammanfattning av CERN-kommittens bedömningar: CERN-kommitten

- anser att medlemsskapet i CERN möjliggör för svenska forskare att delta i fundamentala experiment av högsta internationella kvalitet. CERN är ett internationellt samarbetsprojekt centrerat kring ett världsledande laboratorium
- anser att det nuvarande programmet på CERN är unikt, fascinerande, och att det kommer att vidga vår grundläggande förståelse av materiens minsta beståndsdelar och deras växelverkan
- anser att LHC-projektet är det nästa logiska steget i utforskandet av naturkrafterna
- anser att CERN-engagemanget är viktigt för en fortsatt utbildning i fysik vid våra universitet och högskolor. Forskning om elementarpartiklar är forskning om det okända som i hög grad lockar studenter att läsa fysik.
- finner att verksamheten vid CERN är teknologiskt drivande och utmanande
- anser att Sverige bör förbli medlem av CERN och som sådan solidariskt delta i uppbyggnaden av LHC, ATLAS och ALICE. Sverige har traditionellt haft ett mycket gott rykte som samarbetspartner i internationella projekt.
- anser det helt väsentligt att svenska grupper ges möjligheter och resurser för att utnyttja CERN så länge detta projekt är aktivt
- utgår ifrån att NFR/departementet i den rådande situationen vill förhandla med CERN om en reduktion av medlemsbidraget. Kommitten bedömer det dock vara svårt att finna ytterligare möjligheter till reduktioner av CERNs budget under LHC-uppbyggnaden eftersom CERNs råd i december 1996 beslöt om en nästan 10%-ig minskning av den planerade budgeten. Denna reduktion genomförs under perioden 1997-1999.
- analyserade konsekvenserna av ett svenskt utträde ur CERN i samband med översynen av Sveriges engagemang i viss storskalig forskning och kommitten vill i detta sammanhang hänvisa till denna analys

Lund, 4 april 1998 Göran Jarlskog, ordf. CERN-kommitten