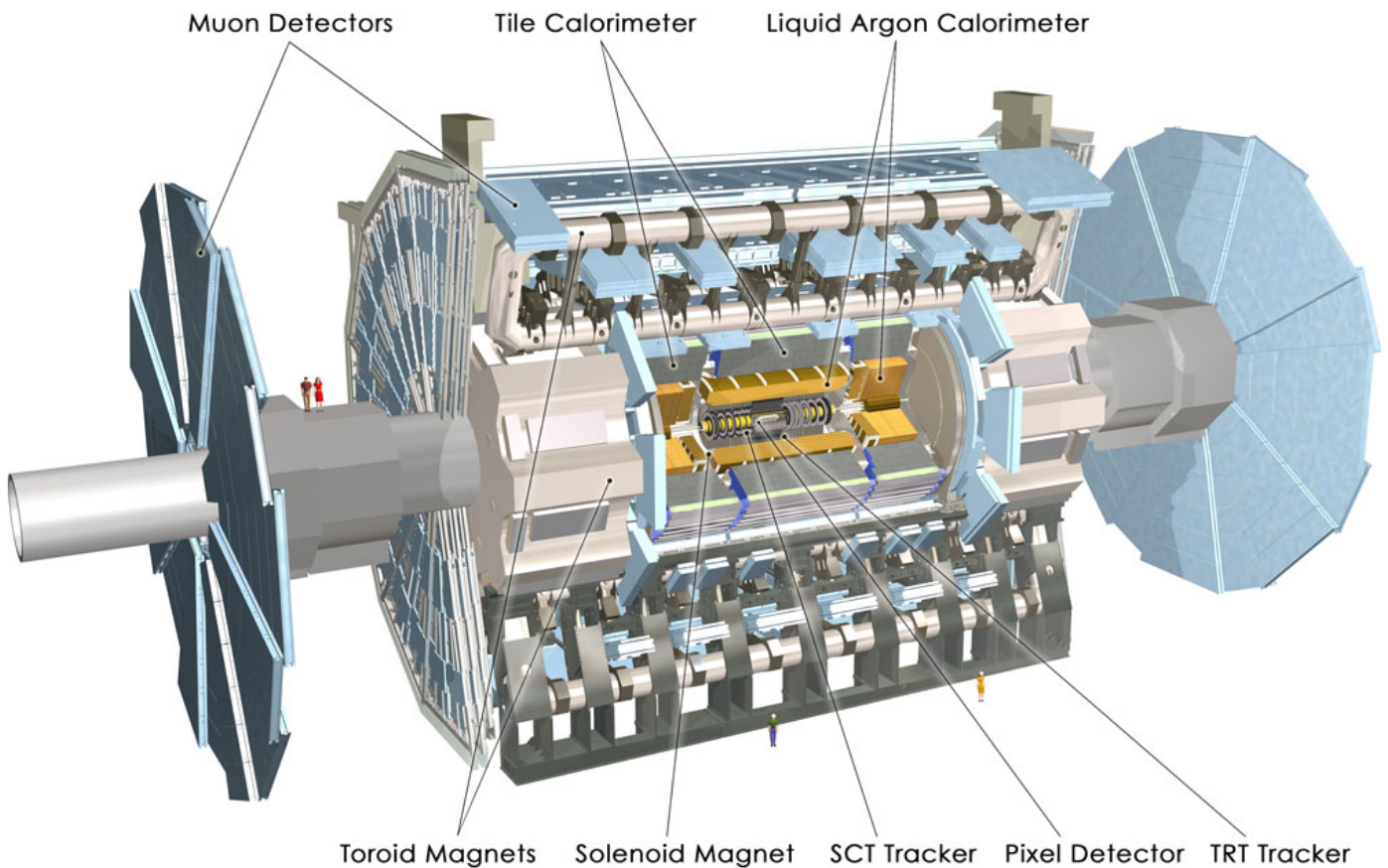


## TEKNISK UTVIKNING: 130.000 FIBRER SOM I EN LITEN ASK

Nja, en stor ask. Fem våningar hög, i en grotta 100 meter ned i marken. Atlasdetektorn vid CERN är het. Inte bara radioaktivt het, utan även fiberoptiskt. När de två protonstrålarna möts i mitten, far två moln av biljoner partiklar ihop i en enda jättesmäll med kraften av två godståg. Trots att de flesta missar, kolliderar så många att detektorerna i Atlas matar ut 2 petabyte kollisionsdata kontinuerligt.

Vad är det som händer i Atlas (och de andra detektorerna) vid Large Hadron Collider i Schweiz egentligen? Och varför blir det så mycket data? 2 petabyte per sekund är mer än hela Europas samlade telefontrafik.

Låt oss rekapitulera: CERN är en kärnforskningsanstalt som ligger på gränsen mellan Schweiz och Frankrike, där man försöker förstå materiens inre genom att slå sönder elementarpartiklar och se vad som faller ut ur dem. När två protoner krockar med tillräckligt hög hastighet går de sönder och kvarkarna och annat skoj som finns inuti, befrias, flyger iväg och kan detekteras. Därför kör man två protonstrålar åt motsatt håll i en lagringsring som är 27 kilometer i omkrets och ligger 100 meter under marken. På vissa ställen möts de båda strålarna och smällarna blir fruktansvärda. När en halv ampere protoner brakar ihop med en halv ampere protoner som går åt andra hållet i ljusets hastighet blir förödelsen total. Splitter av partiklarna kan detekteras genom flera ton järn.



Atlas-detektorn i genomsnitt. Notera människorna (blå och gul) längst ned. Det ger en uppfattning om storleken. Bild: CERN.

Men det behövs en ordentligt stor detektor, som just innehåller många hundra ton järn. LHC-ringen har flera stycken och den mest kända är Atlas (A Toroidal LHC ApparatuS). Den är 22 meter i diameter.



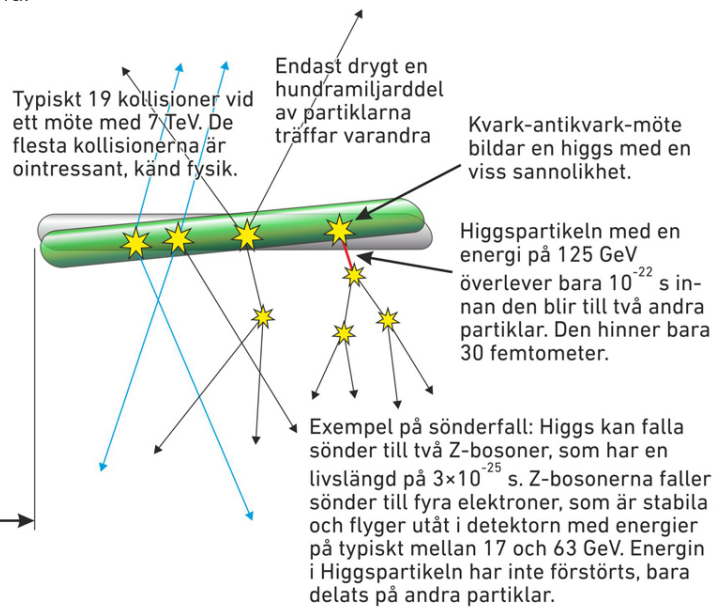
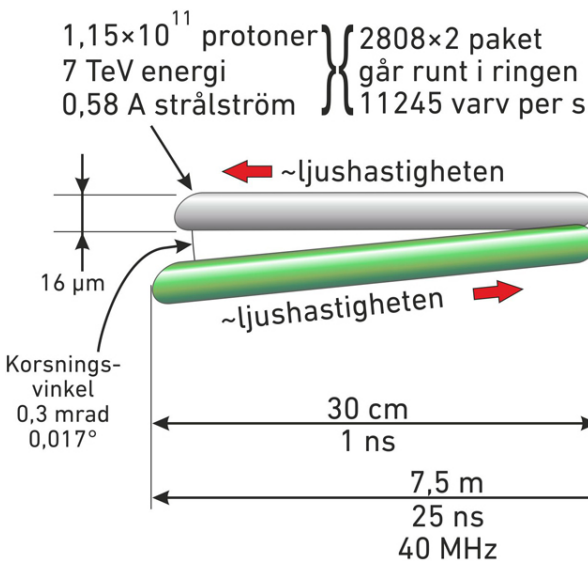
Atlasdetektorn innehåller av fem typer av detektorer, avsedda att hitta olika typer av partiklar, med olika egenskaper. Detektorelementen, många hundra tusen, ligger "virade" runt kärnan som lagren i en lök. Ett av lagren kallas exempelvis för kalorimetern. Den är en blandning av detektorelement och järnbitar.

Här ser du en person som håller på att koppla samman en del av kalorimetern (Tile Calorimeter i förra bilden) med en annan, med ofattbart många optiska fibrer. Det svarta överst är lameller av det järn vi talat om tidigare, som ska bromsa partiklarna så att de kan mätas.

De optiska fibrerna i Atlas har två olika uppgifter. En del av dem, som i bilden ovan, överför ljusblänk från en detektorkammare till en pulsräknare. 130.000 andra fibrer för ut mätdata från pulsräknarna till datorutrustningen.

## EN SMÄLL

Mycket förenklat ser en kollision mellan två protonpaket, grå och gröna, ut så här. De endast 16 mikrometer tjocka paketen möts i liten vinkel, 40 miljoner gånger per sekund. Av de biljoner protonerna i ett paket brukar omkring 19 stycken förintas varje gång. Det blir ändå cirka 800 miljoner partiklar per sekund.



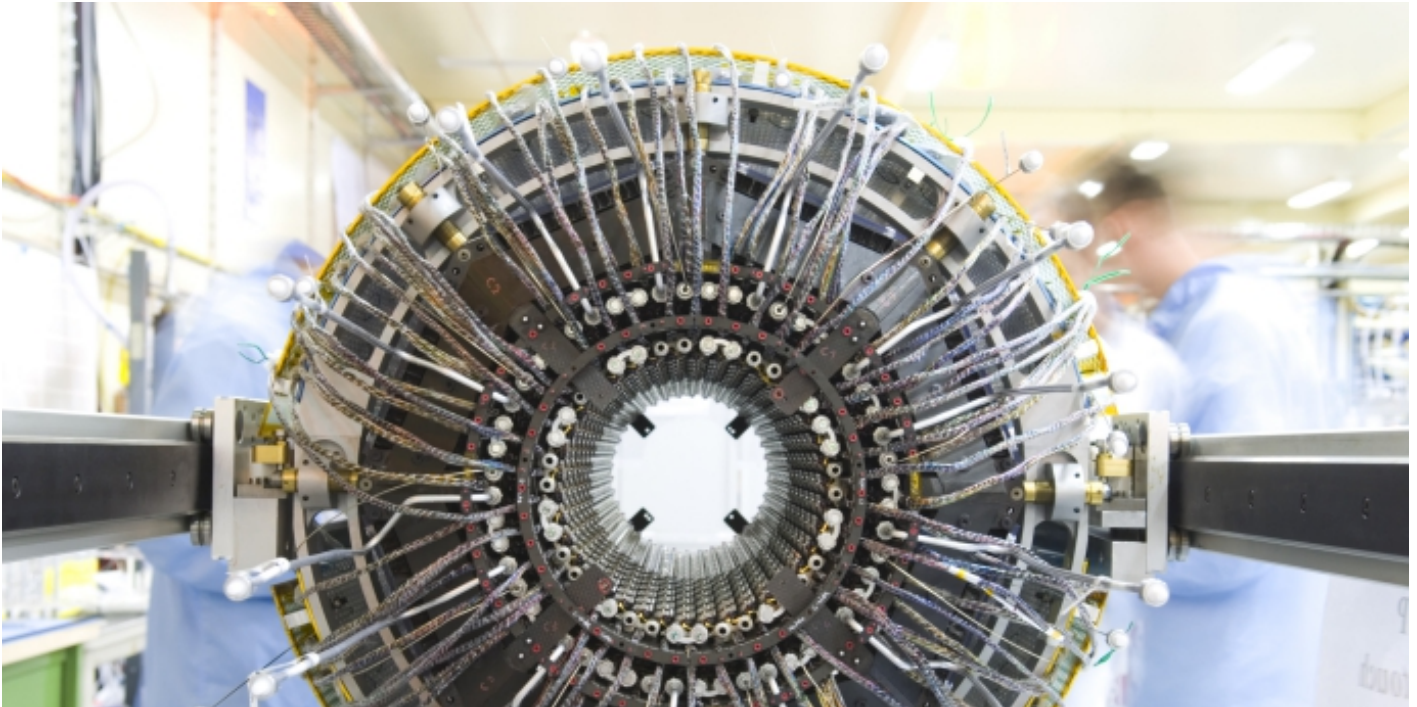
När två protoner krockar så illa att de går sönder helt, uppstår ett antal sekundära partiklar, kvarkar och annat, i form av partikelskrot. Då och då bildas till exempel en Higgspartikel. Då jublar alla forskare, öppnar champagnen osv. En fri Higgspartikel lever tyvärr bara i 0,00000000000000000001 sekunder och hinner under den tiden endast färdas 0,000000000000003 meter. Den kan då exempelvis falla sönder i två Z-bosoner, som lever i 0,0000000000000000000001 sekunder. Vardera. De hinner inte ens utanför strålröret innan de faller sönder igen i flera sekundära partiklar, som exempelvis fotoner i form av röntgenstrålning.

Det är fotonerna man kan detektera. När man väl snärjt dem i en detektor ska resultatet ut ur Atlas.

Vägen ut genom den fem våningar höga detektorn är så lång för en stackars partikel som går med ljushastigheten att nästa kollision hunnit inträffa i mitten av detektorn innan förra partikelskuren hunnit ut genom detektorns yttre vägg (och borrat in sig i berggrunden). Det gäller alltså att hålla ordning på vilken smäll man får träffdata ifrån också, eftersom flera alltså inträffar samtidigt i detektorn.

## EN DEL-DETEKTOR: PIXELDETEKTORN

Allting går ut på att ta reda på exakt var alla sekundära partiklar kom ifrån, så man kan simulera smällarna efteråt i datorn. Därför behöver man en väldigt högupplöst inre detektor.

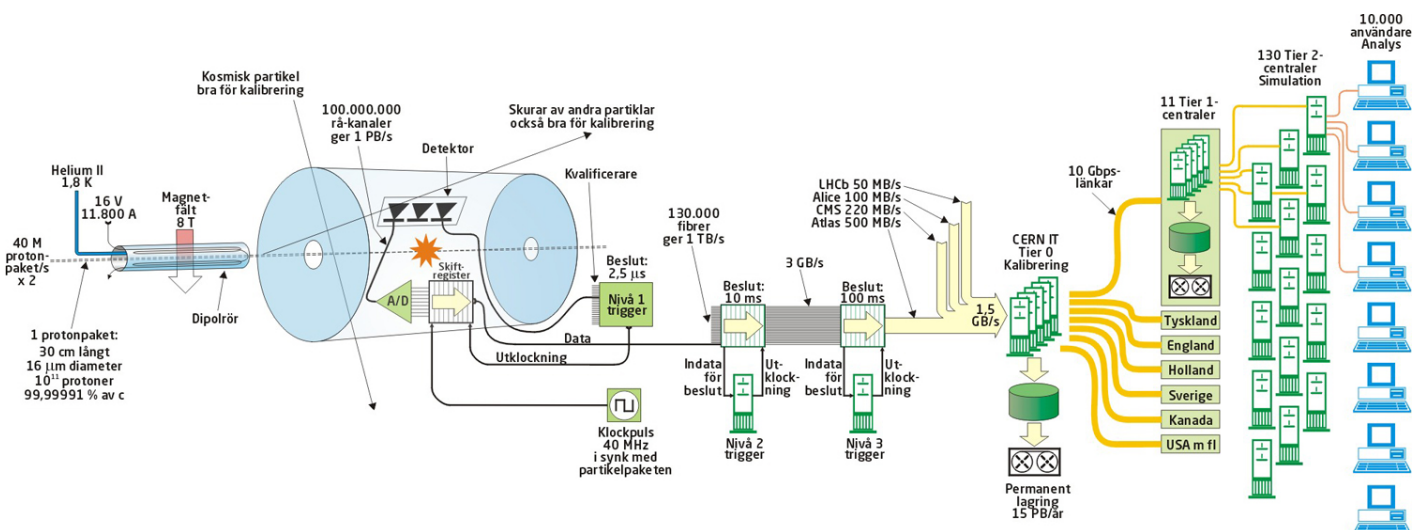


pixeldetektorn. Protonstrålarna möts i hålet i mitten och partiklarna sprutar ut genom detektorkorten, de små staplade kretskorten runt detektorns väggar. Alla ledarna bär ut information om träffbilden. Bild: CERN.

Bilden ovan visar pixeldetektorn, alltså den innersta av alla detektorer i Atlas. Den är mycket högupplöst och håller hela 80 megapixel i form av fotodioder som lämnar en kort puls ifrån sig varje gång skrotet efter en partikelkollision kör igenom en diod. Kom ihåg att det rör sig om kollisioner i 40 megahertz. En enkel multiplikation ger vid handen att pixeldetektorn ensam kan lämna ifrån sig  $80 \times 10^6 \times 40 \times 10^6 = 3,2 \times 10^{15}$  mätvärden per sekund. Det är givetvis orimligt mycket data och det mesta silas bort och lämnar aldrig detektorn, eftersom det är ointressant.

## UT I VIDA VÄRLDEN

Utdata från Atlas, som alltså ligger på petabytenivå, måste silas, eftersom ingen datorcentral i världen kan ta hand om en sådan kontinuerlig dataström. Turligt nog är de flesta kollisioner ointressant, känd fysik och data om dem kan kastas. Det sker i en trigganordning som tittar på utdata i tre nivåer och slänger bort det ointressanta. Kvar efter silningen blir 500 Mbps kontinuerligt mätdata som måste lagras och kalibreras.



pixeldetektorn Pixeldetektorn. Protonstrålarna möts i hålet i mitten och partiklarna sprutar ut genom detektorkorten, de små staplade kretskorten runt detektorns väggar. Alla ledarna bär ut information om träffbilden. Bild: CERN.

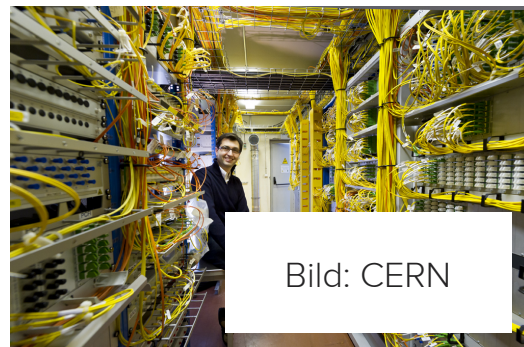
Alla ledningar ut från Atlas består av optiska fibrer. Eftersom det är så många del-deketerer blir det upp till 130.000 optiska fibrer som bär data ut ur detektorn och upp till markytan.

Elektroniken i hela den stora acceleratoringen måste kopplas samman med knippen av optisk fiber för att hela ringen ska kunna köras synkront. Problemet med det är att ringen är kraftigt radioaktiv under drift och optisk fiber tenderar att gulna när den bestrålas. Därför har CERN fått utveckla särskilt stråltålig fiber.

Det går åt hela 2500 kilometer stråltålig fiber bara för att hålla ordning på LHC och allihop samlas i CERNs datorhall. Utöver det har man förlagt cirka 35.000 kilometer helt vanlig fiber i resten av anläggningen i schweiziska Meyrin. Normalt kan man blåsa en fiberkärna ett antal hundra meter genom en fiberslang, men det duger inte år folket på CERN. Det är cirka 3,3 kilometer mellan delarna i LHC. Alltså fick man utveckla metoder att blåsa fiber 3,3 kilometer. Nöden har ingen lag.

Resten är, som man brukar säga, historia. Det kalibrerade datat lämnar CERNs datorhall och vidarebefordras via andra fibernät ut till hungriga forskare i hela Europa. Utdata kommer att fylla det svenska fibernätet med obegripligt mycket data om partikelkollisioner, nu när LHC-ringen kört igång med partikelkrossandet igen.

Sunets roll i det har nämnts i en annan artikel, kallad "Långartikel: Vad som har varit och vad som komma skall".



## LÄS MER

Så kopplas Atlas in: <http://techworld.idg.se/2.2524/1.276009/har-ska-universums-hemligheter-avslojas>

Skriven av



## JÖRGEN STÄDJE

Jag heter Jörgen Städje och har skrivit om teknik och vetenskap sedan 1984. Friskt kopplat, hälften brunnet!