

ATLAS

Het in kaart brengen van de geheimen van het universum

ATLAS in getallen

100m diepte van de tunnel

7000t massa van de ATLAS detector

27km omtrek van de LHC tunnel

3000km lengte van draden en vezels in de ATLAS detector

1 biljoen ongeveer het aantal proton botsingen per seconde

10 biljoen km afstand die een LHC straal in total aflegt, even ver als een heen en terugreis naar Neptunus

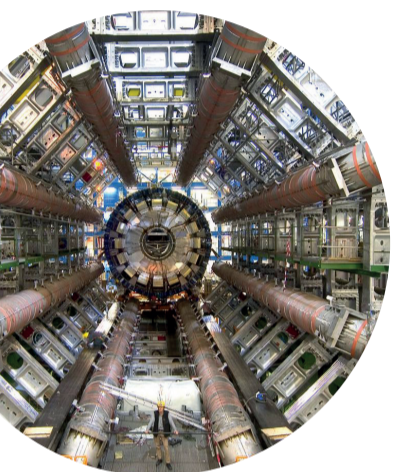
14TeV (tera elektronvolt) maximale energie van een proton-proton botsing in de ATLAS detector

46m lang 25m diameter - afmetingen van ATLAS

2808 maximale aantal proton bundels binnen elke straal

120 biljoen aantal protonen in elke bundel

11,245 rondes per seconde afgelegd door een proton in de LHC straal



Het Experiment

ATLAS is een van de vier grote experimenten in de Large Hadron Collider bij CERN. Het is een deeltjesfysica experiment dat voor meerdere doeleinden geschikt is en wordt beheerd door een internationale collaboratie. ATLAS is samen met CMS ontworpen om maximaal gebruik te maken van de grote verscheidenheid aan potentiële ontdekkingen die de LHC mogelijk maakt.

Het wetenschappelijke onderzoek van ATLAS maakt gebruik van precisie metingen om fundamentele vraagstukken te beantwoorden, zoals: Wat zijn de bouwstenen van de materie? Wat zijn de fundamentele natuurkrachten? Zou ons universum een onderliggende symmetrie hebben?

Natuurkundigen binnen ATLAS testen de voorspellingen van het Standaard Model, de theorie die tegenwoordig het beste ons begrip samenvat van wat de bouwstenen van de materie zijn en hoe ze met elkaar wisselwerken. Dit onderzoek kan leiden tot revolutionaire ontdekkingen, zoals die van het Higgs boson, fysica buiten het Standaard Model en de ontwikkeling van nieuwe theorieën die ons universum nog beter kunnen beschrijven.

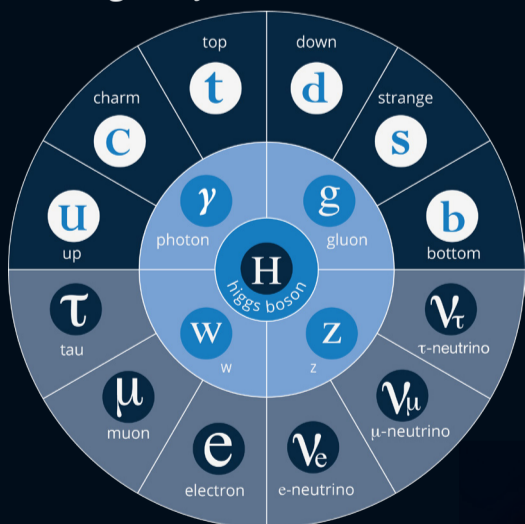
De komende jaren zullen spannend zijn, omdat ATLAS nog onbekende territoria van de deeltjesfysica zal betreden, waar wellicht nieuwe processen en deeltjes te vinden zijn die ons begrip van energie en materie volledig kunnen veranderen.

De Natuurkunde

ATLAS doet onderzoek naar een uitgebreide hoeveelheid onderwerpen, met als hoofddoel het beter begrijpen van de fundamentele bouwstenen van de materie. Voorbeelden van sleutelvragen zijn:

Wat zijn de bouwstenen van de materie?

Het Standaard Model beschrijft alle deeltjes in het universum die experimenteel zijn waargenomen. ATLAS analyseert deze deeltjes en zoekt naar nieuwe deeltjes om erachter te komen of de deeltjes die we kennen elementair zijn, of eigenlijk bestaan uit andere, fundamentele deeltjes.



FERMIONEN - Materie
● Quarks ● Leptonen ● IJkbosonen ● Higgs boson

Hoe zag het universum er vroeger uit en hoe zal het evolueren?

De proton-proton botsingen en zware atoomkern-botsingen die binnen de LHC plaatsvinden recreëren de condities in het Universum direct na de Oerknal, toen het eerst werd beheerst door hoge-energiefysica en later door een oersoep van quarks en gluonen. Hiermee kan ATLAS fundamentele kwesties aankaarten zoals het Higgs veld of Donkere Materie.

Wat is "donkere materie"?

Astronomische waarnemingen duiden op het bestaan van hoeveelheden materie die niet direct gezien kan worden. ATLAS kan deze "donkere materie" proberen waar te nemen door te zoeken naar missende energie en impuls bij proton-proton botsingen.

De Collaboratie

ATLAS bevat 3000 wetenschappers uit 180 instituten van over de hele wereld, en vertegenwoordigt hiermee 38 landen van alle bewoonde continenten op aarde. Het is een van de grootste ondernemingen ooit binnen de wetenschap. Bijna 1200 promovendi zijn betrokken bij detectorontwikkeling en het nemen en analyseren van data. De collaboratie hangt af van het werk van ontelbare ingenieurs, technici en administratieve medewerkers.

Leiderschap binnen ATLAS wordt door de collaboratie gekozen, waarbinnen een georganiseerde structuur geldt, met zelfleidende teams waar leden direct betrokken zijn bij beslissingen. Wetenschappers werken meestal in kleine groepen en kiezen onderzoeksgebieden die ze zelf het interessantst vinden. Resultaten worden met alle leden van de collaboratie gedeeld en worden onderhevig aan grondig onderzoek voordat ze gepubliceerd worden. Het succes van de collaboratie wordt gedeeld door individuele toewijding met het vooruitzicht van een spannend nieuw resultaat dat alleen behaald kan worden door een volledig samenhangende onderneming.

De enige manier waarop een dergelijk uitdagend project gerealiseerd kan worden, met de intellectuele en financiële middelen die nodig zijn om een maximale wetenschappelijke opbrengst te behalen, is via een internationaal samenwerkingsverband. ATLAS wordt gefinancierd door financieringsbureaus uit de deelnemende landen en universiteiten, en door CERN.

Het Higgs boson

In 1964 bedenken drie teams van natuurkundigen onafhankelijk van elkaar een mechanisme om de massa te verklaren van de zwakke kernkracht - de W en Z bosonen. Hun voorstel (het BEH mechanisme) bracht het bestaan van een nieuw deeltje met zich mee, dat tegenwoordig bekend staat als het Higgs boson.

Op 4 juli 2012 kondigden de ATLAS en CMS experimenten aan dat ze onafhankelijk een nieuw deeltje hadden waargenomen dat consistent was met het Higgs boson. François Englert en Peter Higgs ontvingen hiervoor de Nobel Prijs voor de Natuurkunde in 2013.

Uit vervolgonderzoek bleek dat het Higgs deeltje koppelt aan zowel bosonen als fermionen, wat de voorspelling binnen het Standaard Model ondersteunt dat alle elementaire deeltjes hun massa verkrijgen door het Higgs veld. Het Higgs boson wordt nu gebruikt door natuurkundigen om te zoeken naar nieuwe fysica in de hoogenergetische botsingen bij de LHC.

Wat is er gebeurd met alle antimaterie?

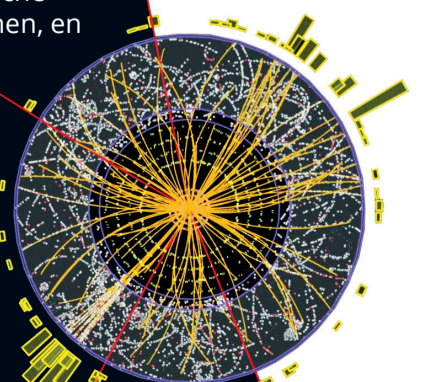
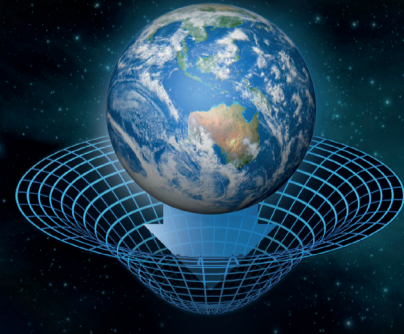
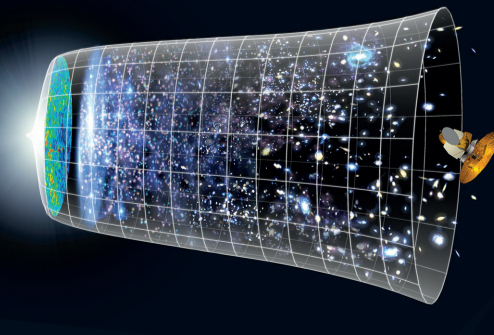
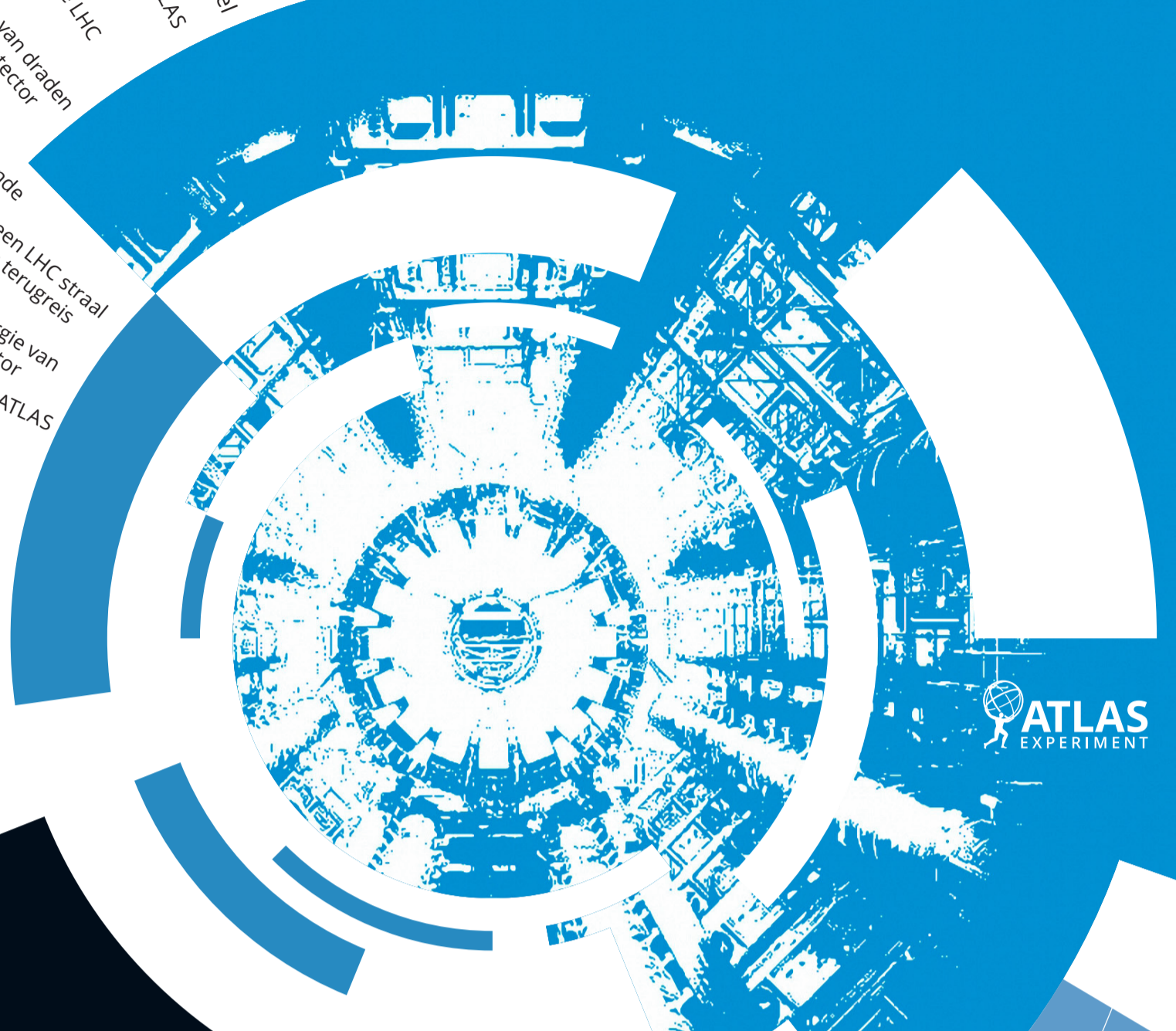
Door te zoeken naar een onbalans tussen de productie van materie en antimaterie proberen we te begrijpen waarom ons universum schijnbaar alleen uit materie bestaat.

Hoe past de zwaartekracht?

De zwaartekracht is extreem zwak vergeleken met de andere natuurkrachten. Om dit verschil te verklaren zoeken we naar exotische fenomenen zoals extra dimensies, gravitonen, en microscopische zwarte gaten.

Anders nog iets?

Wellicht het meest interessante aspect van het natuurkundige programma van ATLAS is de mogelijkheid om naar fenomenen te zoeken die verder gaan dan alleen theoretische voorspellingen: de zoektocht naar het onbekende.



De ATLAS detector

ATLAS is qua volume de grootste detector ooit gebouwd voor een deeltjesversneller. Hij is 46m lang en heeft een diameter van 25m, en bevindt zich **100m onder de grond**.

De detector bestaat uit zes verschillende subsystemen die in concentrische lagen om het botsingspunt gepositioneerd zijn, om zo de baan, de impuls, en de energie van deeltjes te registreren, zodat deze individueel kunnen worden geïdentificeerd en gemeten.

Stralen van deeltjes schieten door de LHC met energieën tot 7 triljoen tera-elektronvolt, ofwel met **99.9999991%** van de lichtsnelheid, en botsen in het centrum van de ATLAS detector op elkaar, waarbij nieuwe deeltjes worden gecreëerd die in alle richtingen worden weggeslingerd.

Er vinden meer dan een biljoen reacties per seconde plaats tussen deeltjes in de ATLAS detector, wat neerkomt op dezelfde hoeveelheid data uitgewisseld als wanneer elke persoon ter wereld 20 telefoongesprekken tegelijkertijd zou hebben.

Slechts één in een miljoen botsingen wordt gemarkeerd als potentieel interessant en opgeslagen voor verder onderzoek.

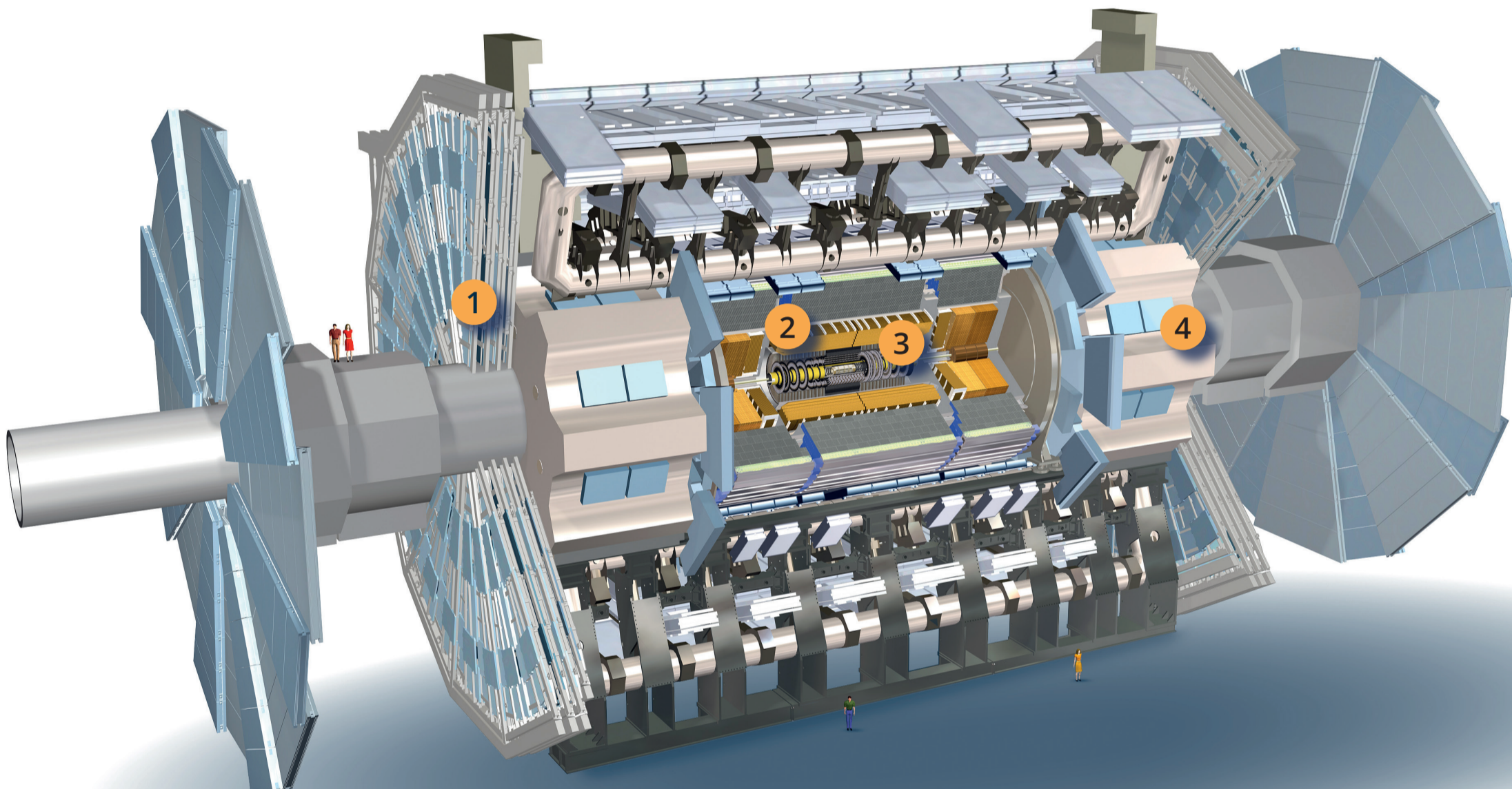
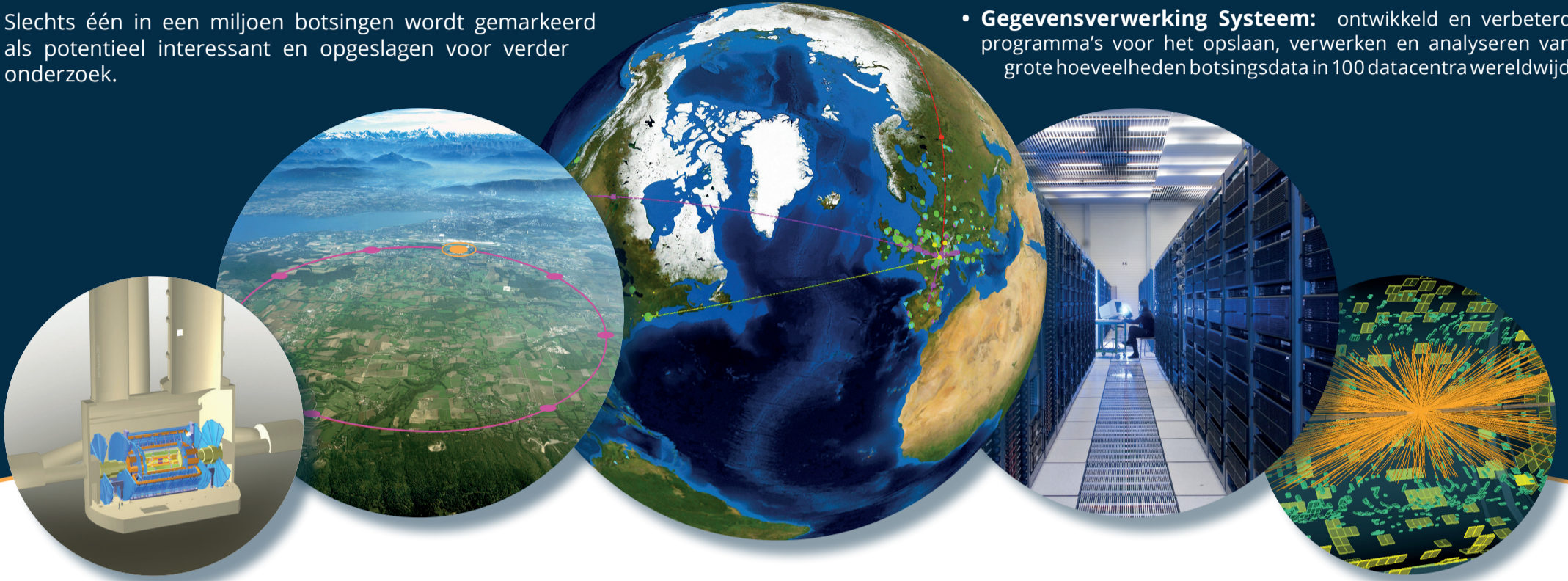
De detector volgt en identificeert deeltjes om onderzoek te doen naar een breed scala aan natuurkundige fenomenen, van het Higgs boson en het top quark tot de zoektocht naar extra dimensies en donkere materie.

De vier belangrijkste componenten van de ATLAS detector zijn:

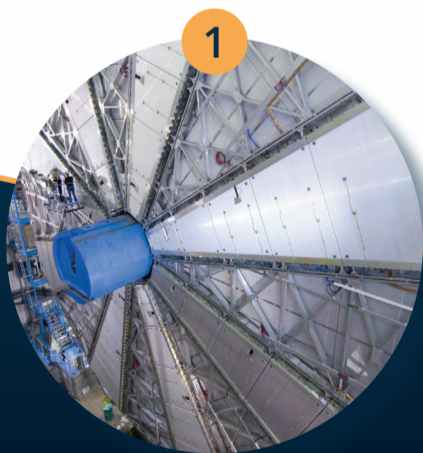
- **De Binnenste Detector:** meet de impuls van ieder geladen deeltje
- **Calorimeter:** meet de energie van neutrale en geladen deeltjes
- **Muon Spectrometer:** identificeert muonen en meet hun impuls
- **Magneet Systeem:** buigt de baan van ieder geladen deeltje zodat de impuls gemeten kan worden

Geïntegreerd binnen de detector componenten zijn:

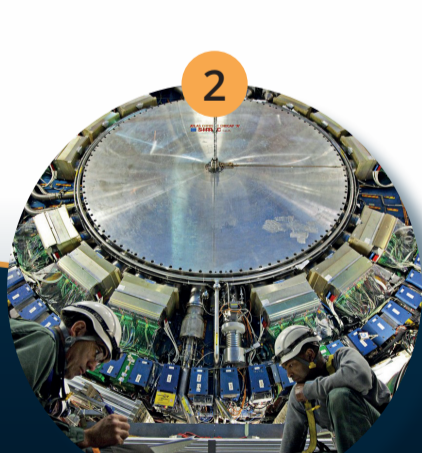
- **Trigger en Data Acquisitie Systeem:** Gespecialiseerd meer-laags gegevensverwerkingssysteem dat botsingen selecteert met onderscheidende eigenschappen.
- **Gegevensverwerking Systeem:** ontwikkeld en verbeterd programma's voor het opslaan, verwerken en analyseren van grote hoeveelheden botsingsdata in 100 datacentra wereldwijd.



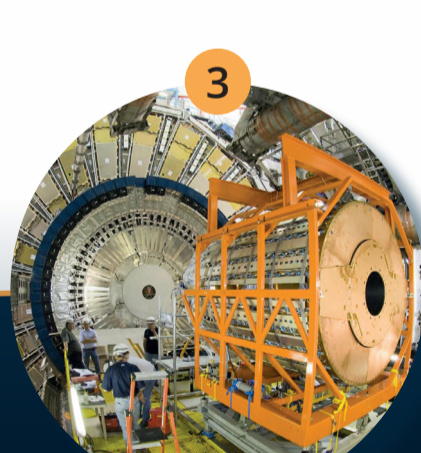
De vier belangrijkste componenten van de ATLAS detector



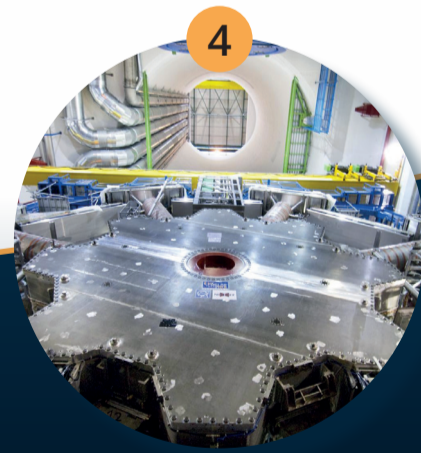
Muon Spectrometer
identificeert muonen en meet hun impuls



Calorimeter
meet de energie van neutrale en geladen deeltjes



De Binnenste Detector
meet de impuls van ieder geladen deeltje



Magneet Systeem
buigt de baan van ieder geladen deeltje zodat de impuls gemeten kan worden

Alledaagse toepassingen

De zoektocht naar antwoorden op fundamentele vragen over de eigenschappen van materie en natuurkrachten vereist het nieuwste van het nieuwste in onderzoek en ontwikkeling, wat vaak leidt tot innovatie. Hier zijn een paar voorbeelden van hoe kennis en technologische innovatie van ATLAS toegepast zijn in het dagelijks leven:



Supergeleidende magnetische energieopslag

De kennis van ATLAS in het vervaardigen van supergeleidende spoelen kan de ontwikkeling van geavanceerde systemen voor energieopslag mogelijk maken.

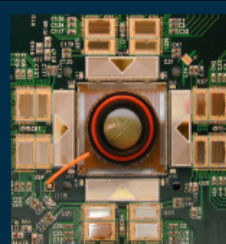
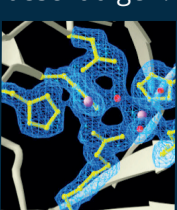
Hadron therapie

Diamant sensoren, ontwikkeld voor de upgrade van de ATLAS detector, worden gebruikt voor het monitoren van hadron therapie stralen, welke effectiever zijn dan Röntgen- of elektronstraling in het vernietigen van tumoren zonder het omliggende weefsel te beschadigen.



Medische beeldvorming

3D siliconen sensoren, ontwikkeld voor de upgrade van de ATLAS detector, maken visualisatie mogelijk van Röntgenstraling met verhoogde resolutie. De meeste technieken in medische beeldvorming vereisen detectie van fotonen in meerdere frequenties.

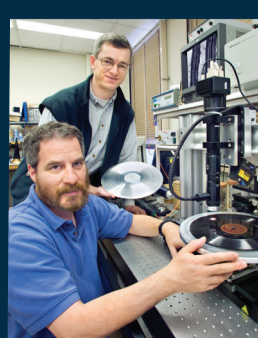
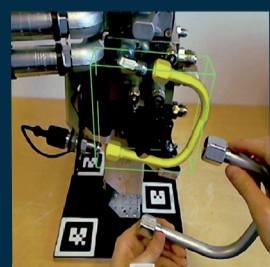


Retina project

Een systeem voor het registreren van neurale activiteit op grote schaal is ontwikkeld op basis van de siliconen microstrip detector technologie gebruikt door ATLAS. Experimenten kunnen uitvinden hoe levende zenuwstelsels informatie kunnen verwerken en opslaan. Dit kan ooit bijdragen aan kunstmatig zicht voor blinden.

Toegevoegde realiteit

ATLAS is bezig met onderzoek naar innovatieve patroonherkenning technologieën, een belangrijk onderdeel van toepassingen voor toegevoegde realiteit, waarmee personeel een virtuele visualisatie kan maken van de procedures voor delicate onderhoudsoperaties, waarmee de benodigde interventietijd en het risico op fouten wordt geminimaliseerd. Deze technologie heeft diverse industriële toepassingen.



Geluidswaargave

Methodes voor het verwerken van precisie optische beeldvorming die worden gebruikt voor het meten en richten van elk van de 16000 silicone detectoren van de ATLAS Semiconductor Tracker kunnen worden gebruikt voor precisie metingen van de groeven in mechanische geluidsdragers zoals grammofoonplaten en wasrollen. Deze technologie is in ontwikkeling voor gebruik in geluidsarchieven en collecties voor de restauratie en preservatie van delicate of beschadigde stukken en historische geluidsopnamen.