



## UvA-DARE (Digital Academic Repository)

### Track and vertex reconstruction in the ATLAS inner detector

Limper, M.

**Publication date**  
2009

[Link to publication](#)

#### **Citation for published version (APA):**

Limper, M. (2009). *Track and vertex reconstruction in the ATLAS inner detector*. [Thesis, fully internal, Universiteit van Amsterdam].

#### **General rights**

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

#### **Disclaimer/Complaints regulations**

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

# Samenvatting

Dit proefschrift beschrijft twee onderwerpen: de constructie en het testen van de ATLAS silicium strip detector en de meting van  $J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$  gebeurtenissen in de ATLAS detector met als het doel het bepalen van de exacte locatie van de detector-elementen. Tijdens het schrijven van dit proefschrift hadden nog geen proton-proton botsingen plaats gevonden in de ‘Large Hadron Collider’ (LHC), dus is gebruik gemaakt van een simulatie van gebeurtenissen in het ATLAS experiment.

Eén van de types detectoren in ATLAS is de ‘SemiConductor Tracker’ (SCT), een silicium strip detector met een intrinsieke resolutie van  $23 \mu m$  per strip. Eén van de voorwaartse SCT detectoren was gebouwd en getest op het Nikhef instituut te Amsterdam. De voorwaartse SCT detector bevat 988 detector modules die elk bestaan uit twee lagen met silicium strips geplaatst onder een stereo-hoek van  $40 \text{ mrad}$ . De elektronica op de SCT modules zorgt voor de versterking, discriminatie en uitlezing van de signalen van de 1536 strips op elke module. De SCT maakt gebruik van een binair uitlees systeem dewelke alleen registreert of het signaal boven of onder een gegeven drempelwaarde was. De binaire signalen worden opgeslagen in een digitale geheugen op de SCT modules, totdat het ATLAS trigger-systeem kan bepalen of gemeten signalen wel of niet interessant zijn om te bewaren.

De SCT maakt gebruik van een optisch uitlees systeem dat signalen van en naar de detector modules stuurt. ‘Vertical Cavity Surface Emitting Lasers’ (VCSELs) worden gebruikt om de elektronische signalen in licht om te zetten, en ‘p-intrinsic-n’ diodes worden gebruikt om de optische signalen te converteren naar een elektronisch signaal. Tests van het optische uitlees systeem hebben gedemonstreerd dat alle SCT modules commando’s kunnen ontvangen en data kunnen terugsturen en naar het centraal data-acquisitie systeem. In totaal zijn er 34 SCT modules die gebruik moeten maken van hun redundantie mogelijkheden om correcte communicatie met de module te bewerkstelligen.

De prestaties van de SCT modules zijn getest gedurende de verschillende constructie fases van de voorwaartse SCT detector. De tests van de elektronica op de detector modules laten zien dat 99.7% van alle silicium strips correct uitgelezen kunnen worden. Dit resultaat is ruimschoots beter dan de vereiste 99% efficiëntie van de detector. De metingen van de ruis op de strips gedurende de verschillende constructie fases hebben laten zien dat geen ‘common mode’-

ruis is toegevoegd in het systeem tijdens de constructie.

De eerste data van de LHC botsingen maken het mogelijk om de detector te kalibreren met een referentie kanaal zoals  $J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$ . Dit proefschrift beschrijft hoe  $J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$  gebeurtenissen zoals gemeten in ATLAS gebruikt kunnen worden voor het corrigeren van de effecten van ‘weak mode misalignments’. Niet-perturbatieve QCD modellen voorspellen dat voor proton-proton interacties met  $\sqrt{s}=14$  TeV de werkzame doorsnede voor de directe productie van  $J/\psi$ 's ongeveer 23 nb is, wanneer vereist wordt dat de gebeurtenissen tenminste één muon met  $p_T > 6$  GeV en een tweede muon met  $p_T > 4$  GeV met bevatten en beide muonen zich binnen het detectorbereik van  $|\eta| < 2.5$  bevinden.

Metingen van de posities van geladen deeltjes gemaakt in de ATLAS detectoren worden gebruikt om de banen van de deeltjes te reconstrueren. Vertex fit algoritmes kunnen de vervals positie van deeltje bepalen aan de hand van de intersectie van de banen van de vervalsproducten. Voor dit proefschrift is een software-algoritme ontwikkeld dat een vertex fit uitvoert met de toevoeging van kinematische randvoorwaardes behorende bij specifieke deeltjes vervallen. In gesimuleerde ATLAS data van  $b\bar{b} \rightarrow X + (J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-)$  gebeurtenissen kan dit algoritme de resolutie op  $q/p_T$  van de muon banen verbeteren met 20-25%, door te vereisen dat de invariante massa van de muonen gelijk moet zijn aan de  $J/\psi$  massa.

Om volledig gebruik te maken van de intrinsieke resolutie van de ATLAS detector moet de positie van de verschillende detector elementen zo precies mogelijk bepaald worden. Een strategie om dit te bereiken is het minimaliseren van de hit residuals van een grote hoeveelheid gereconstrueerde deeltjes banen. Er bestaan echter deformaties van de detector geometrie waarbij de hit residuals geminimaliseerd worden, zonder dat de daadwerkelijke detector geometrie wordt bereikt. De aanwezigheid van deze zogenaamde ‘weak mode misalignments’ kan leiden tot een verkeerde reconstructie van de baan parameters en moet daarom voorkomen worden. Een detector deformatie waarbij detector posities verschoven worden in  $\Delta\phi$  als functie van  $R$ , overeenkomend met een maximum verschuiving van 200  $\mu\text{m}$  in positie van een SCT module, geeft een bias op  $q/p_T$  van de gereconstrueerde baan van  $(2.24 \pm 0.05) \cdot 10^{-3} \text{ GeV}^{-1}$ . Een vergelijkbare detector deformatie waarbij detector posities verschoven worden in  $\Delta\phi$  als functie van de  $Z$ -coördinaat, geeft een bias op  $q/p_Z$  van de gereconstrueerde baan van  $(-0.97 \pm 0.03) \cdot 10^{-3} \text{ GeV}^{-1}$ . De deformatie van de detector geometrie kan gedeeltelijk gemeten en gecorrigeerd worden wanneer gebruik gemaakt wordt van  $J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$  gebeurtenissen en het verschil gemeten wordt tussen de waarde van  $q/p_T$  en  $q/p_Z$  verkregen met een vertex fit -zonder- en -met- een kinematische randvoorwaarde voor de invariante massa.