

Basisprogramma voor Ultra-hoog-energetische kosmische straling onderzoek in Nederland

Sijbrand de Jong voor het Nikhef kosmische straling programma

April 3, 2016

1 Inleiding

Het Nikhef ultrahoog-energetische kosmische stralingprogramma focust zich tot dusver volledig op het Pierre Auger Observatorium. Het Pierre Auger Observatorium is het grootste en leidende ultrahoog-energetische kosmische straling observatorium dat jaarlijks circa 30 kosmische deeltjes met een energie boven de 5×10^{19} eV meet. De Pierre Auger Collaboratie, waarvan het Nikhef ultrahoog-energetische kosmische stralingprogramma deel uitmaakt, heeft meer dan 60 publicaties in gerefereerde wetenschappelijke tijdschriften gepubliceerd en is het best geciteerde Astrodeeltjesfysica experiment met meer dan 7400 citaties (gemiddeld 83 citaties per paper.)

De Nikhef groep heeft in het Pierre Auger Observatorium de radio detectie van kosmische straling gepioneerd. Dat heeft geresulteerd in acceptatie van het Auger Engineering Radio Array, onder Nikhef leiding, als onderdeel van de Auger basisinfrastructuur. De Nikhef groep heeft de radio detectie van een idee dat in principe mogelijk leek gemaakt tot een bewezen technologie met resoluties voor energie-, richting- en compositiemeting die vergelijkbaar of beter is dan die van de oudere state-of-the-art technieken, zoals oppervlakte deeltjesdetectoren of fluorescentieteleascopen.

Daarnaast speelt de Nikhef groep een leidende rol in de compositiereconstructie met behulp van de oppervlakedetectoren.

De observaties van Auger tot nu toe hebben aangetoond dat er een eind is aan het energiespectrum van kosmische straling. De oorzaak van dat eindpunt is echter niet wat we dachten. De enige manier om uit te vinden wat de echte oorzaak is van het eindpunt van het energiespectrum is om deeltje voor deeltje vast te stellen wat de compositie van de kosmische straling is. Om dat te bereiken is een upgrade nodig van het observatorium. Die upgrade plannen zijn door de collaboratie aangenomen en door een procedure van interne en externe beoordeling gegaan en goedgekeurd door een internationale review commissie. De upgraded detector wordt AugerPrime genoemd. Nikhef heeft 450 k€ gecommitteerd aan dit upgrade programma¹ en neemt actief deel, als een van de drie leidende groepen, aan het ontwerp en de uitvoering van het belangrijkste deel van de upgrade: op elke water Cherenkov tank een extra laag scintillator detectoren, genaamd de SSD. De SSD en water Cherenkov detectoren

¹Het nominale aandeel gezien het aantal Nederlandse Auger senior wetenschappers.

kunnen samen onderscheid maken tussen aan de ene kant elektronen/positronen/fotonen en aan de andere kant muonen. Dit onderscheid levert een cruciale bijdrage aan het meten van de compositie van het inkomende kosmische deeltje. Met de upgrade zal er een nieuwe fase voor Auger ingaan met vele nieuwe metingen, die het succes van de eerste fase nog eens over zal doen.

De Nikhef groep heeft een uitstekende uitgangspositie door de opgedane expertise in de compositiereconstructie met de oppervlakte detectoren om maximaal te profiteren van de upgrade en een vooraanstaande rol te spelen in het produceren van nieuwe resultaten.

De expertise voor radio detectie in de Nikhef groep is uniek. De radio detectie, met name voor compositiemetingen, kan verder worden uitgebouwd met de bestaande apparatuur als met de data van de ge-upgrade detector wordt gecombineerd. Daarnaast is radio detectie een van de belangrijkste mogelijkheden om in de toekomst een grotere op aarde geplaatste detector voor ultrahoog-energetische kosmische straling te maken. De Nikhef groep heeft beslissende bijdragen geleverd aan het aantonen van radio detectie als een uitstekende techniek voor kosmische straling onderzoek. De Nikhef groep heeft meer dan 1 M€ aan apparatuur geïnvesteerd in de verschillende radio detectie tests bij Auger, in het bijzonder met grote bijdragen aan het Auger Engineering Radio Array (AERA), waarvan Jörg Hörandel internationale projectleider is.

2 Basisprogramma: een effectief minimaal wetenschappelijk programma

Om effectief te kunnen blijven in het ultrahoog-energetische kosmische stralingonderzoek is een minimale omvang nodig. Op dit moment zijn nog twee promovendi actief: een op compositiereconstructie met de deeltjesdetectoren, en een op analyse van de radiodetectie. Deze omvang is onvoldoende voor een dynamische groep en ook onvoldoende om in de frontlinie in Auger mee te kunnen blijven spelen. Ervaring leert dat met een omvang van twee promovendi op elk onderwerp de kritieke massa wel wordt bereikt, zowel in de dynamiek in de groep, als in de impact die de groep kan maken in de Auger Collaboratie.

De wetenschappelijke focus van de Nikhef groep ligt op compositiebepaling van kosmische straling. Dit vormt een coherent programma om te bepalen wat de eigenschappen zijn van de bronnen bij de allerhoogste energieën. De SD compositie bepaling bij de allerhoogste energie spreekt voor zich. Radio detectie kan de compositie vastleggen bij een energie van rond 10^{18} eV, het gebied waar de extra-galactische bronnen zichtbaar worden. Ook hier wordt in veel scenario's een duidelijke compositieafhankelijkheid verwacht en dit levert complementaire informatie aan de compositie bij de hoogste energie.

Een voor de hand liggende oplossing zou kunnen zijn dat de groep zich op een onderwerp gaat concentreren. Dat zou de impact in Auger op een van de onderwerpen kunnen behouden. Als we gaan concentreren op compositiereconstructie met de oppervlakedetector dan is de investering in de upgrade die al is toegezegd zinvol. Maar op dat moment geven we verdere ontwikkelingen voor radio detectie afbreken. Er is dan geen weg meer terug om een belangrijke speler te blijven in de ontwikkeling van radiodetectie. Er gaat dan een

wereldberoemde groep op dit onderwerp ten onder en een investering van meer dan 1 M€ blijft onderbenut.

Gaan we de richting van de radiodetectie op, dan blijft de investering in de upgrade vrijwel onbenut voor de Nikhef groep en hebben we niet langer aansluiting bij mainstream analyses in Auger, zoals de SD compositiebepaling, waar we nu de voorhoede vormen.

Door een van de twee lijnen te kiezen verzwakken we ook onze complementaire focus via twee technieken op compositiemeting en de bepaling van de eigenschappen van bronnen bij de allerhoogste energie.

Het probleem van een gebrek aan dynamiek heeft te maken met het absolute aantal promovendi en de staf promovendi ratio en dat probleem wordt dan niet opgelost.

3 Andere strategische overwegingen voor een minimaal programma

Andere, niet-wetenschappelijke argumenten voor de versterking van de Auger groep in Nijmegen met een aantal promovendi zijn het aandeel promoties in Nijmegen, het hebben van 2 onderzoeksonderwerpen in de Nijmeegse groep om voldoende diversiteit te hebben en risico te spreiden. De samenwerking in Auger is een vlaggenschip van het onderzoeksinstituut IMAPP op het gebied van succesvolle interdisciplinaire samenwerking. Een gezonde Auger groep versterkt de positie van IMAPP en de experimentele hoge energiefysica aan de Radboud Universiteit.

4 Beschikbare middelen

In de komende jaren zijn er twee promotieplaten op het Auger programma. Een daarvan loopt tot en met augustus 2018 en is bezet door Guisepe de Mauro, de andere loop tot en met juli 2019 en is bezet door Fabrizia Canfora. Er is een post-doc die part-time aan Auger werkt via het WARP programma van NWO-EW, Arjen van Vliet. Er werken in de Nikhef groep vier senior wetenschappers aan Auger, waarvan twee voor de helft van hun onderzoekstijd, Heino Falcke en Jörg Hörandel, en twee voor hun gehele onderzoekstijd, Charles Timmermans en Sijbrand de Jong. Er is geen exploitatiebudget voor het Nikhef Auger programma. Dit bedreigt ook belangrijke nevenwerkzaamheden van de seniorfysici in de groep, waarvoor in principe geen reisgeld beschikbaar is.

Naast de Nikhef groep is er ook een groep uit KVI-CART van de RuG actief in Auger met de seniorfysici, Olaf Scholten en Ad van den Berg. In die groep werken geen promovendi of postdocs meer aan Auger. De Nederlandse groep, Nikhef en KVI-CART trekt op als één groep binnen Auger.

5 Verzoek: Benodigde groei voor realisatie basisprogramma

Om het ultrahoge-energie kosmische stralingsprogramma op Nikhef op een productief te laten zijn worden twee promovendi posities gevraagd, de ene in te vullen begin 2017 en de andere begin 2018.

Daarnaast is er voor een goede exploitatie van het experiment een exploitatiebudget vereist. De lidmaatschapsbijdrage voor seniorfysici in Auger is circa 9 kEuro. Vanuit Nikhef zijn de seniorleden Charles Timmermans, Heino Falcke, Jörg Hörandel en Sijbrand de Jong, dus de totale lidmaatschapsbijdrage is circa 36 kEuro per jaar. Daarnaast is een reisbudget een vereiste om goed in de collaboratie te kunnen functioneren. Er zijn twee collaboratievergaderingen per jaar op de site van het observatorium in Argentinië en een wisselend in Europa en Amerika. Typisch gaan er 3 Nikhef seniorfysici naar elke collaboratievergadering en op het moment beide promovendi, maar bij vier promovendi waarschijnlijk typisch 3 promovendi. Reis en verblijfkosten zijn gemiddeld circa 2000 euro per persoon per vergadering, dus in totaal circa 36 kEuro per jaar. Daarnaast zijn er reizen nodig voor onderhoud en installatie van apparatuur, zowel voor de radiodetectie als voor de upgrade. Dat gaat typisch om 6 reizen per jaar in totaal, dus totaal 12 kEuro.

Het totale gevraagde exploitatiebudget wordt daarmee 84 kEuro per jaar.

Hiermee zou de totale omvang van de Nikhef ultrahoge-energie kosmische straling groep vier seniorfysici worden (waarvan drie door de RU worden bekostigd), vier promovendi en een exploitatiebudget van 84 kEuro per jaar. Daarnaast worden er dan door zowel het NWO instituut en de RU nog enige engineering en technische menskracht bijgedragen in ongeveer gelijke verhouding.