



Middelbare scholieren veroveren CERN

Het Nijmeegse Dominicus College won de eerste editie van de Beam Line for Schools-wedstrijd van CERN. Afgelopen zomer bouwden de middelbare scholieren een aantal calorimeters voor de detectie van onder meer elektronen en muonen. In september bleken de zelfgemaakte detectoren prima te functioneren tijdens de experimenten bij CERN. Rachel Crane, Charles

Timmermans, Rolf van Kleef, Milou Engelen, Lisa Biesot, Guusje van Haren en Olaf Leenders

CERN organiseerde de wereldwijde Beam line for Schools-wedstrijd ter ere van het zestigjarig jubileum. Teams van middelbare scholieren van zestien tot achttien jaar konden een voorstel indienen dat werd beoordeeld op het idee, de motivatie, de creativiteit en de uitvoerbaarheid. Ieder team werd gevraagd zich van tevoren te verdiepen in de T₉ proton synchrotron beam line en in andere faciliteiten op CERN om tot een geschikt voorstel voor een experiment te komen. Daarnaast werd de leerlingen gevraagd een filmpje van een minuut te maken om hun experiment toe te lichten.

Het Dominicus College in Nijmegen kwam met het idee om zelf een calorimeter te maken om daarmee de verschillende deeltjes in de bundel te detecteren. Het belangrijkste onderdeel van de calorimeter is een kristal. Wanneer een deeltje, bijvoorbeeld een elektron, in een kristal komt, ontstaat er Cherenkovlicht. Dit wordt opgevangen in een fotomultiplicatorbuis die het licht omzet in een elektrisch signaal waaruit de energie van het deeltje kan worden berekend.

In het filmpje dat ze maakten [1] en het enthousiaste voorstel dat ze indienen, legden de Nijmeegse scholieren uit waarom ze graag naar CERN

wilden. De leerlingen kenden elkaar voor dit project niet of nauwelijks, maar deelden een interesse voor het werk op CERN en voor elementaire-deeltjesfysica.

De beoordelingscommissie van CERN riep het Nijmeegse voorstel uit tot een van de twee winnaars.

Het Nederlandse voorstel sloot perfect aan op het experiment dat de andere winnaar, de Varvakios Pilot School uit Athene, had ingediend. Het Nederlandse en het Griekse team mochten samen hun proef in de praktijk brengen. De CERN-commissie was erg gecharmeerd van de achterliggende doelstelling van het Dominicus College: het team wilde ook andere leerlingen interesseren voor de natuurkunde in het algemeen, en de elementaire-deeltjesfysica in het bijzonder.

Het bouwen van de calorimeters

De leerlingen van het Dominicus College en hun begeleiders zijn de hele zomer bezig geweest met het bouwen van de calorimeters en het testen van de onderdelen. Het grootste struikelblok was het groeien van de kristallen. Ze wilden dat alle middelbare scholieren het experiment zouden kunnen herhalen in de klas. Aangezien ze geen dure apparaten ter beschikking hebben of zware metalen mogen gebruiken, deden ze de tests met kaliumdiwaterstoffsfaat (KDP). Dit



Rolf van Kleef, Milou Engelen, Lisa Biesot, Guusje van Haren en Olaf Leenders, leerlingen van het Dominicus College in Nijmegen, hebben de Beam Line for Schools-wedstrijd van CERN gewonnen. Natuurkundedocente Rachel Crane en Charles Timmermans van de Radboud Universiteit hebben hen begeleid.

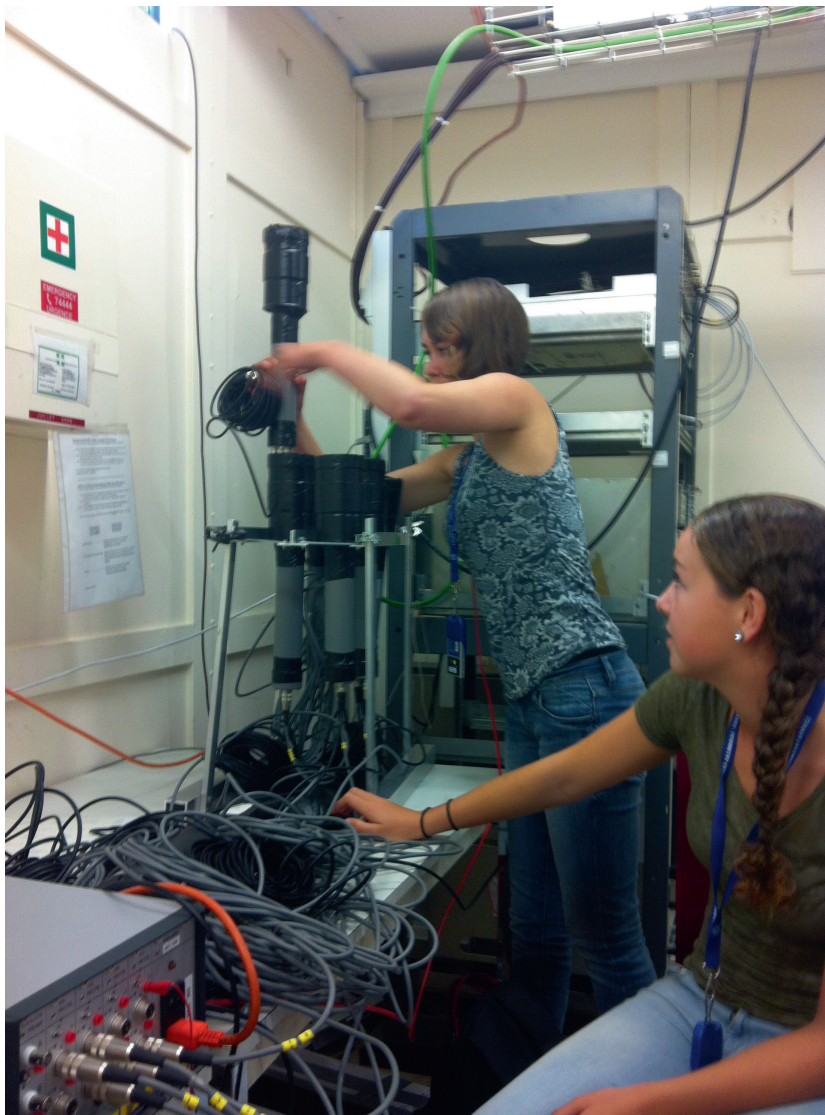
rachel.crane@dominicuscollege.nl

materiaal gaf een signaal bij tests met muonen uit de ruimte en kon dus in de calorimeter gebruikt worden. Het thuis groeien van KDP-kristallen in bakjes bleek echter in de natte zomerweken een stuk lastiger dan tijdens de voorbereidingsfase in de winter ervoor. Door de hoge vochtigheidsgraad en de grote temperatuurwisselingen waren de kristallen kleiner en minder helder dan voorzien. Met wat boor- en zaagwerk slaagden de Nijmeegse scholieren er desondanks in om negen calorimeters af te leveren voor transport naar CERN.

Naar CERN

In september reisden de Dominicusleerlingen af naar Genève om gedurende tien dagen hun experiment uit te voeren. Voordat ze daadwerkelijk aan het experiment mochten beginnen, moesten zij eerst twee trainingen ondergaan: een veiligheidstraining waar ze leerden hoe ze moeten handelen tijdens brand- of stralingsgevaar en een training die was bedoeld om met de CERN-software te leren omgaan. Hier leerden ze ook hoe de gemeten data verwerkt worden in de software en hoe ze moeten handelen als er iets misgaat met de metingen (bijvoorbeeld als de deeltjesbundel uitvalt of als de software niet naar behoren werkt).

Het team begon het experiment op CERN met het gereedmaken van de calorimeters. De calorimeters werden opnieuw getest met kosmische straling, waarbij de voltages werden gecontroleerd en defecten werden verholpen. Hierna bouwden de scholieren een metalen frame waarin ze acht van hun calorimeters konden hangen, zodat de kristallen allemaal op gelijke hoogte in de deeltjesbundel stonden. Ze kozen voor een opstelling van twee rijen van vier calorimeters in de lengte van de bundel. Om de calorimeters te kalibreren, hebben ze de detectoren voor de loodglascalorimeters van CERN geplaatst. Ze zetten steeds een rij van vier calorimeters in het bundelpad en die met bundels van verschillende energieniveaus en met verschillende typen deeltjes getest. Ook hebben de leerlingen de calorimeters met een bundel muonen en een bundel elektronen getest. Met de calorimeters was inderdaad het verschil te zien in de energie die een elektron of een muon achterlaat. Elektronen ver-



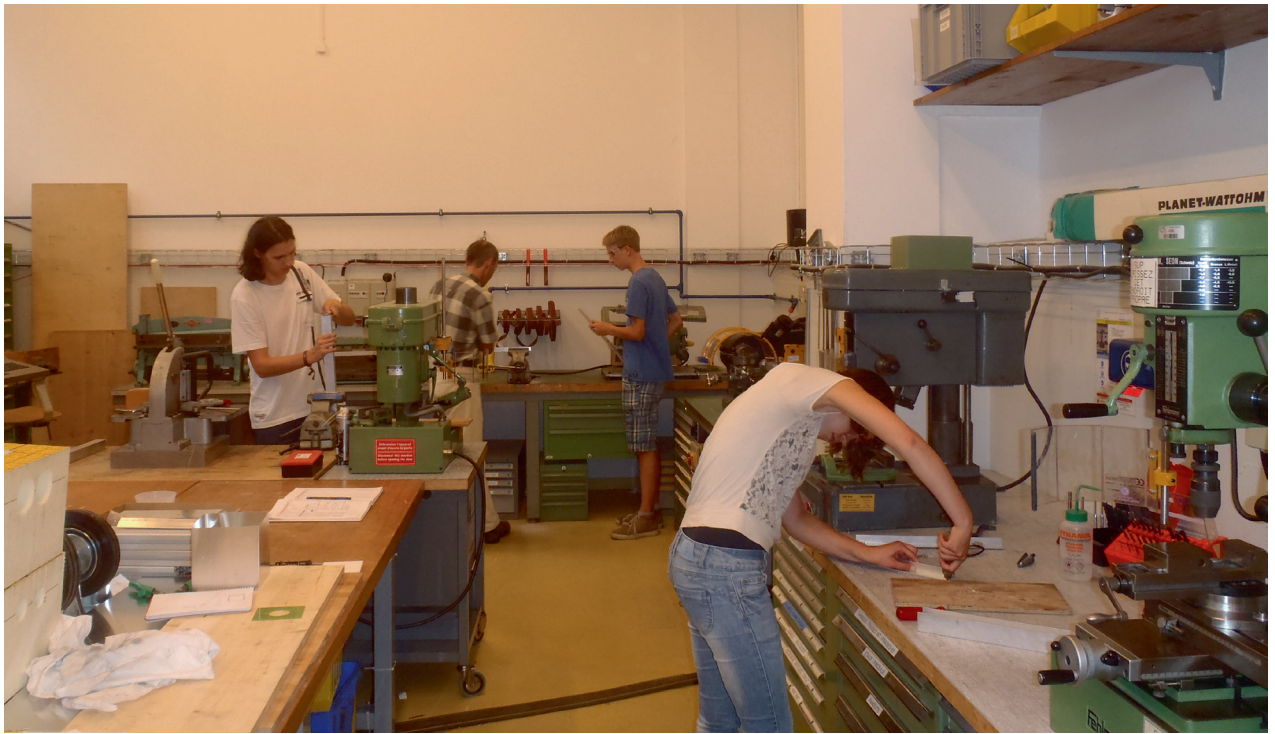
Milou en Lisa aan het werk met de calorimeter.

loren vrijwel al hun energie in de calorimeters, terwijl muonen juist maar een klein beetje energie achterlieten.

Ervaringen van de leerlingen

Wat vinden de leerlingen van de hele onderneming? “Het was echt een geweldige leuke en bijzondere ervaring. Iedereen bij CERN wilde hetzelfde als ik: meer te weten komen over de wereld om ons heen,” aldus Lisa Biesot. “Ik vond het fascinerend om te zien dat je enorme apparaten nodig hebt om heel kleine deeltjes te onderzoeken. Ik vond het erg bijzonder dat we ons eigen experiment mochten uitvoeren op CERN. Hoewel ik de hele dag door aan het leren was, had ik toch het gevoel dat ik op vakantie was. Het was een onvergetelijke tijd en ik ga zeker nog eens terug naar CERN.” De andere teamleden sluiten zich hierbij aan. Olaf Leenders: “We hebben in CERN erg veel geleerd over de werking van deeltjesversnellers, detectoren en de

subatomaire wereld. Daarnaast hebben we ook enorm veel mogen leren over de Griekse cultuur en over het samenwerken met mensen uit het buitenland. Dit heeft zeer veel impact gehad op mij. Deze ervaring heeft mij doen beseffen dat ik het gebied van de deeltjesfysica wil gaan bestuderen.” Milou Engelen vult aan: “Er is een heel nieuwe wereld voor me opengegaan. Ik heb ontzettend veel geleerd, gezien en gehoord. Wie kan nou zeggen dat ze op zestienjarige leeftijd werkervaring heeft opgedaan bij CERN?! Af en toe was het wel lastig om alles te begrijpen, maar hoe kan het ook anders. Naar mijn mening is het ontzettend goed dat CERN deze Beam Line for Schools-wedstrijd organiseert. Op school krijg je namelijk deze gehele wereld achter de natuurkunde amper in beeld. Persoonlijk heb ik me heel erg verwonderd over hoe de mens in staat is zulke onderzoeken uit te voeren. Hoe is men achter deze informa-



Aan het werk in de werkplaats van CERN.

tie over deeltjesfysica gekomen? Het is echt supergaaf om wat dichterbij deze antwoorden te zijn gekomen. Ik heb leuke contacten opgedaan; het was een ervaring om nooit te vergeten.”

Rolf van Kleef: “We hebben op CERN en voordat we naar CERN gingen, heel veel geleerd over elementaire-deeltjesfysica en natuurkunde. Het was wel erg vermoeiend: we gingen meestal pas rond elf uur naar bed en stonden om acht uur weer op. We waren continu bezig met ons experiment en blog of waren op pad naar Genève. Onze reis naar CERN was heel interessant, leerzaam en natuurlijk ook leuk.”

Guusje van Haren ten slotte: “Wat ik heel leuk en bijzonder vond, was dat wij zelf ook echt de leiding hadden over ons experiment. De geweldige werknemers van CERN boden ons alle hulp en advies wanneer we die nodig hadden, maar de uiteindelijke beslissingen lagen steeds bij ons. Natuurlijk was het geweldig om te zien dat onze calorimeters, waar we maanden hard aan gewerkt hadden, ook werkelijk goede resultaten gaven tijdens het experiment op CERN. In deze tien dagen hebben we ongelooflijk veel geleerd en het was heel leuk dat wij deze kennis direct konden toepassen in ons experiment.”

Deze ervaring zal een vervolg hebben in de profielwerkstukken van de leerlingen: Guusje, Milou en Rolf schrijven een lessenreeks over het maken

van een calorimeter. Olaf schrijft over protontherapie. Lisa gaat de wiskunde in oude Griekse teksten onderzoeken.

Ervaringen van de begeleiders

Ook voor de begeleiders is het een leerzame ervaring geweest. Charles Timmermans van de Radboud Universiteit Nijmegen en het NIKHEF: “Het leuke van dit project was dat een groep middelbare scholieren zelf de kristallen van een calorimeter heeft gegroeid en ook de structuur van de detector en de koppeling hiervan aan de uitlezing zelf volledig heeft gemaakt. De interactie tussen de leerlingen en de CERN-staf vond ik nog verrassender dan die tussen de verschillende teams. De CERN-experts werden niet gezien als alwetend en boven de leerlingen staand. Juist met deze mensen werden ideeën gedeeld en waren er de nodige discussies. Er werd ook samen met de CERN-staf gewerkt aan heel praktische zaken, zoals een manier om de detector stabiel in de bundel te krijgen.”

Rachel Crane, natuurkundedocent op het Dominicus College is het daarmee eens: “Uit dit project blijkt dat leerlingen een enorm hoog niveau kunnen bereiken als hun enthousiasme voor de stof aangewakkerd wordt en ze de vrijheid krijgen zelf zaken uit te zoeken en experimenten op te zetten. Dit wordt versterkt door professionals die geen zaken voorzegen of afkappen,

maar met hen in discussie gaan en de leerlingen zelf conclusies laten trekken. We hebben ook het geluk gehad dat Charles Timmermans bereid was om het team bijles te geven, tijdens het brainstormen met een snelle berekening kon aangeven of iets wel of niet zou kunnen werken en het team verder hielp door goede vragen te stellen.

Tijdens dit traject heb ik het meest genoten van het feit dat Rolf, Milou, Lisa, Guusje, Olaf en Charles geweldige werk- en reisgenoten zijn gebleken: sommigen moesten een middagdutje doen tegen de vermoeidheid, maar er is geen onvertogen woord gevallen. Iedereen was ontzettend enthousiast en had veel lol met elkaar. Dit werd versterkt door de aanwezigheid van het gezellige Griekse team en vooral ook door de medewerkers van CERN die met engelengeduld en veel enthousiasme zich voor de leerlingen en dit project hebben ingezet.”



Referentie

- 1 Het filmpje dat de leerlingen maakten voor de wedstrijd: www.youtube.com/watch?v=GvDOxH18wNM.