

De Onderzoeksgroep
High Energy Physics

nodigt U graag uit op de openbare verdediging van het proefschrift van

Dieder Van den Broeck

ter behaling van de graad van Doctor in de wetenschappen

Titel van het proefschrift:

**Signal Propagation in the Simulation of Radio Emission
from Particle Cascades**

Promotor:

Prof. dr. Stijn Buitink (VUB)

Co-promotoren:

Prof. dr. Krijn de Vries (VUB)

Prof. dr. Tim Huege (VUB)

De verdediging heeft plaats op

Dinsdag 1 juli 2025 om 16u

Campus Etterbeek VUB, Pleinlaan 2, Elsene
auditorium D.2.01

De verdediging is ook te volgen [Online](#)
(Meeting ID: 821 4199 2134 Passcode: 593496)

Samenstelling van de jury

Prof. dr. Nick van Eijndhoven (VUB, voorzitter)

Prof. dr. Sophie de Buyl (VUB)

Prof. dr. Frank De Proft (VUB)

Dr. Katharine Mulrey (Radboud Universiteit
Nijmegen, NL)

Prof. dr. Christian Glaser (Uppsala University,
SE)

Curriculum vitae

Dieder behaalde zijn MSc. in de fysica en de sterrenkunde aan de VUB in 2020. Voor zijn master thesis werkte hij aan de simulatie van radiosignalen door deeltjeslawines in ijs binnen de context van het RET-project.

Het onderzoek tijdens het doctoraatstraject focuste zich op signaal propagatie voor radio signalen afkomstig van deeltjeslawines in natuurlijke materialen.

Als doctoraatstudent bij het VUB-IIHE instituut was Dieder betrokken bij de RNO-G en RET experimenten. Hiernaast volbracht hij ook nog onderwijs opdrachten waar hij de assistent was voor bachelor vakken aan de VUB, begeleidde hij bachelor studenten bij hun bachelor-scriptie en heeft hij meermaals zijn resultaten gepresenteerd aan de wetenschappelijke gemeenschap op internationale conferenties.

Abstract van het doctoraatsonderzoek

Astrodeeltjesfysica maakt gebruik van nauwkeurige metingen van hoogenergetische deeltjes met buitenaardse oorsprong. Kosmische stralen, bestaande uit atoomkernen, zijn de meest energetische deeltjes die we kunnen waarnemen, met energiemetingen van 10^{18} eV en hoger. Deze metingen, uitgevoerd door het Pierre Auger-observatorium en de Telescope Array bieden een perspectief op de hoogst energetische processen in het universum. Voor neutrino's heeft de IceCube-detector een diffuse flux waargenomen rond 10^{15} eV, en veel projecten richten zich momenteel op het detecteren van neutrino's met een nog hogere energie.

Tegenwoordig gebruiken veel experimenten radio observaties om kosmische deeltjes te detecteren. Het is hierbij belangrijk de voortplanting van radiosignalen in inhomogene materialen zoals de atmosfeer en het poolijs correct te beschrijven. Simulaties nemen aan dat het signaal zich voortplant langs een rechte lijn tussen zender en ontvanger. Echter verwacht men een effect op de waargenomen straling vanwege refractie. De onzekerheid geassocieerd aan de veronderstelling van 'rechte lijn propagatie' is momenteel niet goed gekwantificeerd. Het vraagstuk van signaalvoortplanting in poolijs is nog prangender, daar de typisch gelaagde structuur fluctuaties vertoont die aanleiding zouden kunnen geven tot onverwachte propagatiemogelijkheden, zoals horizontale voortplanting van radiosignalen in een lokaal compactere laag ijs.

Deze thesis beschrijft de resultaten van een numerieke 'raytracer' die het pad gevolgd door de straling beschrijft met behulp van het principe van Fermat. Door deze raytracer kon geverifieerd worden dat lokaal compactere ijsslagen aanleiding kunnen geven tot horizontale propagatie. Het tweede thema van deze thesis is een studie van de validiteit van de 'rechte lijn propagatie' aanname voor bijna horizontale deeltjeslawines in lucht. Door de parametrisatie van de geometrische boost factor te verbeteren met behulp van de raytracer vinden we verwaarloosbare verschillen van een paar procent in de totale waargenomen energie en een onzekerheid van $O(0.01^\circ)$ voor de gereconstrueerde richting van het oorspronkelijke deeltje. Deze resultaten gelden voor frequenties tot 600 MHz en zenithoeken tot 88° en bevestigen dat binnen deze grenzen de huidige implementaties voor de beschrijving van straling afkomstig van deeltjeslawines in de lucht niet moeten worden aangepast.