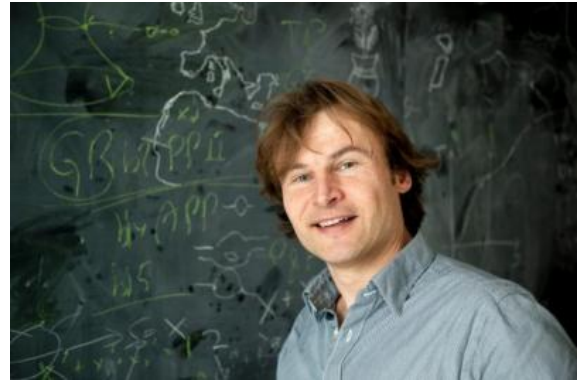


## Kijkje in de wetenschap: Patrick Decowski

De deeltjesfysica haalt regelmatig de kranten. Zo was er de ontdekking van het Higgsdeeltje en komen ook andere grote experimenten regelmatig in het nieuws. Maar hoe ziet de wereld van de deeltjesfysica er echt uit? Prof. Dr. Patrick Decowski zit er middenin: hij is betrokken bij internationale experimenten waarmee hij onderzoek doet naar deeltjes waarvan gedacht wordt dat ze continu door ons heen bewegen maar waar eigenlijk nog maar weinig van bekend is: neutrino's en donkere materie. In deel één van het interview vragen we hem alles over zijn onderzoek. In deel twee kun je lezen over het onderzoek doen in de praktijk.



### Deel 1

[Door welke onderzoeksvragen word je gedreven? Welke vragen hoop je te beantwoorden?](#)

[Welke methodes gebruik je om deze vragen op te lossen, oftewel: om meer over neutrino's en donkere materie te weten te komen?](#)

[Wat draagt dit onderzoek bij? Wat kunnen we hiervan leren?](#)

[Als je zo een resultaat vindt dat niet in het standaardmodel past, hoe ga je daar dan mee om? Ben je dan bijvoorbeeld huiverig om te publiceren?](#)

[Hoe ziet je onderzoek/vakgebied er over 10 jaar uit volgens jou? Weten we dan alles over neutrino's en donkere materie?](#)

[Door welke onderzoeksvragen word je gedreven? Welke vragen hoop je te beantwoorden?](#)

Ik heb eigenlijk twee onderzoeksvragen die ik bestudeer. Op het ogenblik is de meest belangrijke de zoektocht naar donkere materie. Het tweede onderzoeksvraagstuk voor mij betreft de eigenschappen van neutrino's. Zowel donkere-materiedeeltjes, als ze bestaan maar daar ga ik van uit, als neutrino's hebben de nogal vervelende eigenschap dat ze heel moeilijk te detecteren zijn. Van neutrino's weten we dat ze bestaan, hoewel er meer dan 25 jaar tussen de hypothese van neutrino's door Pauli en het daadwerkelijk ontdekken van neutrino's door Reines en Cowan zat. Van donkere-materiedeeltjes hebben we nog steeds geen ontdekking gedaan, maar dat is precies wat we hopen te doen met de detector waaraan ik meewerk.

### Terug naar begin

Welke methodes gebruik je om deze vragen op te lossen, oftewel: om meer over neutrino's en donkere materie te weten te komen?

Ik doe onderzoek naar deze deeltjes door experimenten te doen. Deze experimenten hebben zowel voor donkere materie als voor neutrino's heel gevoelige detectoren nodig en een omgeving met heel lage achtergrondstraling. Dat betekent dat de experimenten die ik doe diep onder de grond zitten. Het donkere-materieexperiment, XENON, zit in Italië bij Gran Sasso onder de grond. Het neutrino-experiment, KamLAND, is in een ondergronds laboratorium in Japan. De twee experimenten zijn verder qua opbouw verschillend.

Het KamLAND-experiment in Japan bestaat uit een nylon ballon van 13 meter diameter die binnen een enorme stalen bol zit en gevuld is met meer dan één kiloton speciale olie. Daarmee proberen we neutrino's van verschillende bronnen te meten, bijvoorbeeld van kernreactoren in Japan (toen deze nog werkten), de aarde zelf maar ook van de zon. Er worden namelijk bij het fusieproces in onze zon neutrino's geproduceerd waarvan er op elk moment een gigantisch aantal door ieder van ons heen gaat. Er gaan per seconde wel 70 miljard neutrino's door elke  $\text{cm}^2$  van jou heen. Het experiment met 1 kiloton speciale olie zou zo nu en dan een van die neutrino's kunnen meten. Dat gebeurt doordat een van de neutrino's tegen een proton in de olie aanbotst. Dit proton verandert dan in een neutron en

een positron en dat kunnen we meten.

Het XENON-experiment voor het ontdekken van donkere materie, bestaat uit een vat van 1 m<sup>3</sup> aan vloeibaar xenon. We hebben sterke astronomische aanwijzingen voor het bestaan van donkere materie in het heelal en in ons sterrenstelsel, zelfs lokaal om de zon heen. Sterker nog, de zon en dus ook de aarde zou door een soort wolk van donkere materie heen bewegen in zijn baan in het melkwegstelsel. Die donkere-materiedeeltjes zouden dus de hele tijd dwars door ons heen gaan en dus ook door de detector. Even voor de schaal: per seconde gaan er 1 miljard van die deeltjes door je heen. We hopen dat zo nu en dan een donkere-materiedeeltje tegen een xenonkern aanbotst en een lichtflitsje in de detector achterlaat. Dat lichtflitsje kunnen we meten en aan de hand daarvan kunnen we weer verschillende eigenschappen van de gebotste deeltjes bepalen.

## Terug naar begin

Wat draagt dit onderzoek bij? Wat kunnen we hiervan leren?

We hebben met ons onderzoek naar neutrino's nieuwe eigenschappen van deze deeltjes ontdekt. We hebben bijvoorbeeld onomstotelijk aangetoond dat neutrino's oscilleren, oftewel dat ze van gedaante veranderen. Dit was een bijzondere ontdekking want dit is niet wat het standaardmodel, de gangbare theorie die de krachten en deeltjes beschrijft, voorspelt. Hierbij kwamen we erachter hoe dit deel van de natuur echt in elkaar zit en dat was gewoon fantastisch. Het begrip van neutrino's is in redelijk korte tijd enorm gegroeid. Maar het neutrino-onderzoek speelde wel al veel langer. De hele zoektocht speelt al ongeveer dertig jaar lang, maar de climax vond plaats in een tijdsbestek van ongeveer 4-5 jaar. Toen werd opeens helemaal duidelijk hoe het in elkaar zat. Het was heel leuk om daarbij te zijn en er echt middenin te zitten.



Afbeelding 1. XENON-Laboratorium

Een deel van de opstelling van het XENON-experiment voor de zoektocht naar donkere materie in het ondergronds laboratorium in Gran Sasso.

Op dit moment zijn we met nog een heel interessant experiment bezig waar we weer xenon gebruiken maar voor neutrino's. Hiermee kunnen we mogelijk een verschijnsel waarnemen dat aan zou kunnen tonen dat het neutrino zijn eigen antideeltje is. Mocht dit het geval zijn, dan biedt dat heel veel mogelijkheden om eigenschappen en verschijnselen die we waarnemen van neutrino's maar nog niet begrijpen te verklaren.

Deze onderzoeken gaan dus echt over de fundamenteën van de natuurkunde. Ik zit aan de rand van de deeltjesfysica en de extensies van het standaardmodel. De eigenschappen van neutrino's die we nu hebben gevonden vallen echt buiten het standaardmodel en daar moeten dus nieuwe theorieën voor komen. Het bestaan van donkere materie valt ook geheel buiten het standaardmodel. Mochten we het deeltje vinden dan zou het dus heel leuk zijn als we daarmee een extensie van het standaardmodel kunnen ontwikkelen. Mijn werk zit dus een beetje tussen deeltjesfysica, astrofysica en kosmologie in.

[Terug naar begin](#)

Als je zo een resultaat vindt dat niet in het standaardmodel past, hoe ga je daar dan mee om? Ben je dan bijvoorbeeld huiverig om te publiceren?

Bij experimenten geldt altijd: 'expect the unexpected'. In het geval van de neutrino-oscillaties waren er al aanwijzingen van twee andere experimenten dat dit mogelijk het geval zou zijn. Maar op dat moment waren er nog vele andere verklaringen voor de meetresultaten. Het gaat wel vaker zo in de natuurkunde: dan begint er iets te knagen en dan komt er ineens verduidelijking in. Het is voor de theorie belangrijk om getest te worden met experimenten. Wat kunnen we voorspellen en hoe goed is die voorspelling eigenlijk? Klopt het met de metingen? En voor de experimenten is de theorie belangrijk want daardoor kunnen we meestal goed bepalen wat we van een meting verwachten voordat we de meting doen. Maar soms vindt je een afwijkend resultaat. Het blijft uiteindelijk wetenschap.

---

Video 1. Patrick Decowski in zijn laboratorium

Patrick Decowski neemt ons voor een uitzending van VPRO Labyrint TV mee naar het ondergronds laboratorium in Gran Sasso waar het XENON-experiment wordt uitgevoerd voor de zoektocht naar donkere materie. Neem een kijkje en zie hoe dat in zijn werk gaat.

## [Terug naar begin](#)

Hoe ziet je onderzoek/vakgebied er over 10 jaar uit volgens jou? Weten we dan alles over neutrino's en donkere materie?

Ik hoop dat we binnen tien jaar donkere materie begrijpen. Als we dan nog niet weten wat het is komen we denk ik aan de limieten van wat we kunnen bouwen om het te kunnen meten. Je komt dan een beetje in een filosofisch gebied terecht, want het zou kunnen zijn dat het model dat je zou willen testen wel klopt, maar dat de benodigde gevoeligheid van de detector zodanig is dat dat praktisch onhaalbaar is. Als dat zo is, zal ik wel iets anders moeten gaan doen. Maar ik heb een heel sterke hoop dat we het in de komende jaren

gewoon kunnen vinden en meten. Daarom bouwen we natuurlijk het experiment. Als we naar de modellen kijken zou het vrij natuurlijk zijn dat we dat de komende jaren meten. Als de modellen kloppen dan zal dat nu ongeveer gebeuren en niet in het regime dat niet te meten is.

Het onderzoek naar neutrino's is voorlopig nog niet afgerond. Er is bijvoorbeeld nog 20-30 jaar nodig om uit te zoeken of het neutrino zijn eigen antideeltje is. Verder zijn we nu bezig een groot nieuw experiment op te zetten om CP-schending bij neutrino's te onderzoeken. CP-schending houdt in dat een deeltje zich anders gedraagt dan zijn antideeltje. Het is interessant om dit te onderzoeken omdat dit ook weer iets is dat het standaardmodel niet volledig kan verklaren. Er vindt namelijk veel meer CP-schending plaats in het heelal dan het standaardmodel voorspelt. Tot nu toe heb ik voor mijn experimenten gebruikgemaakt van min of meer natuurlijke bundels van deeltjes van bijvoorbeeld de zon, maar voor dit experiment zal een neutrinobundel gemaakt moeten worden. Dit grote experiment zal in Chicago bij het Fermilab opgezet worden. Door het bestuderen van neutrino's kunnen we onder andere dus meer leren over CP-schending. Dit kan ons helpen verklaren waarom het heelal uit materie bestaat in plaats van antimaterie.

## [Terug naar begin](#)

*Volgende week is [deel 2 van het interview](#) met prof. dr. Patrick Decowski te lezen op Quantum Universe. In dit deel vragen we hem naar de leuke en minder leuke dingen van het doen van natuurkundig onderzoek en naar advies voor mensen die geïnteresseerd zijn in een carrière in de deeltjesfysica.*