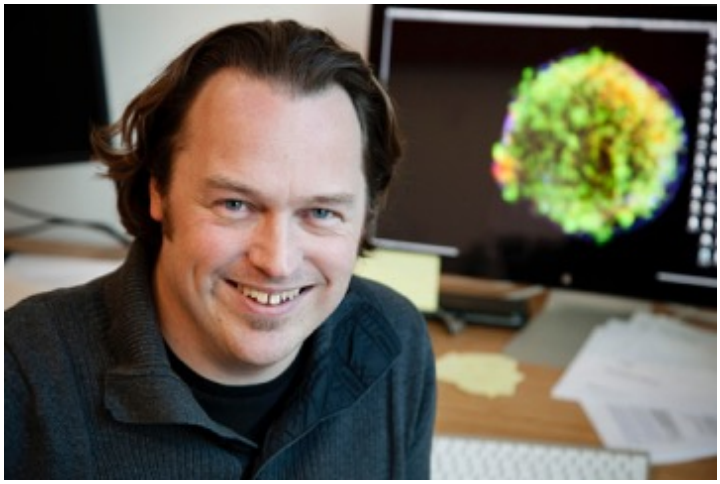
Deeltjesversnellers in het heelal: Jacco Vink

In de ruimte worden deeltjes versneld naar zeer hoge energieën. Hoe dat gebeurt en waar ze vandaan komen is echter niet duidelijk. Jacco Vink is astrofysicus aan de Universiteit van Amsterdam en probeert deze problemen op te lossen.

- Welke vragen hoop je met je onderzoek te beantwoorden?
- Hoe ben je bij deze vragen gekomen?
- Hoe werk je eraan om deze vragen te beantwoorden?
- Hoe ziet een typische dag/week eruit?
- Hoe ziet je onderzoek/vakgebied er over 10 jaar volgens jou uit?



Welke vragen hoop je met je onderzoek te beantwoorden?

Ik doe onder andere onderzoek naar supernovaresten waarin deeltjes tot heel hoge energieën versneld worden. Het uitdijende schokfront is de plek waar het materiaal dat met hoge snelheid is uitgestoten interactie aangaat met het omliggende medium, en waar de versnelling plaatsvindt. De versnelde deeltjes ontsnappen na een aantal eeuwen de supernovaresten en zwerven voor miljoenen jaren in de Melkweg. Sommige van die deeltjes

bereiken ook de aarde. Deze deeltjes maken dan onderdeel uit van de kosmische straling, die we op aarde meten. Als supernovaresten de belangrijkste bronnen zijn van kosmische straling, dan moet ongeveer tien procent van de energie van supernovaresten gebruikt worden voor deeltjesversnelling, om de hoeveelheid kosmische straling op aarde te kunnen verklaren. De grootste deeltjesversneller door mensen gemaakt, de LHC, heeft een veel lagere efficiëntie om deeltjes te versnellen. Een van de grote vragen is of deze efficiëntie echt 10 procent gehaald wordt, en welke natuurkundige processen ervoor zorgen dat die efficiëntie zo hoog kan zijn.

De andere vraag is of supernovaresten inderdaad in staat zijn om deeltjes tot energieën van 3×10^{15} eV (eV -elektronvolt – is een veelgebruikte energiemaat in de deeltjesfysica) te versnellen, en zo niet, wat dan de bronnen in onze eigen Melkweg zijn die tot die energieën of hoger kunnen versnellen. Deze energie is nodig om de energieverdeling van kosmische straling op aarde te verklaren. Uit waarnemingen met gammastralingstelescopen weten we dat supernovaresten in ieder geval in staat zijn om deeltjes tot 10^{14} eV te versnellen, maar we hebben nog geen aanwijzingen voor versnelling tot 3×10^{15} eV. Ook zijn er geen aanwijzingen voor andere bronnen in de Melkweg die dat kunnen! Ik denk dat deze objecten maar voor een korte tijd deeltjes uitstralen en daardoor makkelijk te missen zijn. Je moet dan net geluk hebben dat er een object in dat stadium zit terwijl je een meting doet. Het zou ook kunnen dat er een ander speciaal onbekend soort object is dat dit veroorzaakt. De huidige ‘prime suspects’ zijn supernovaresten, maar er is nog geen bewijs dat deze voldoende energie hebben om de deeltjesversnelling te verklaren. Er zijn nog meer vragen die hierbij komen kijken. Wanneer zouden die supernovaresten dan die kosmische straling genereren? Hoe ontsnappen die deeltjes? Wat is de tijdsschaal waarop de versnelling plaatsvindt?

Dit zijn fundamentele sterrenkundevragen. We onderzoeken die vragen door verschillende supernovaresten te onderzoeken. Nu blijkt iedere bron weer anders te zijn, en probeer je die specifieke bron te begrijpen. Maar uiteindelijk moet er een synthese van verschillende onderzoeksresultaten plaatsvinden: wat kunnen we hier in het algemeen van leren?

Terug naar begin

Hoe ben je bij deze vragen gekomen?

Ik ben altijd wel geïnteresseerd geweest in wetenschap in het algemeen. Ik ben eerst natuurkunde gaan studeren en later overgestapt naar sterrenkunde. Ik vond dat natuurkunde de meest fundamentele en diepste tak van alle natuurwetenschappen was, en toen vond ik sterrenkunde daarin heel leuk omdat het over grote vragen gaat, op de schaal van het heelal en onze ultieme oorsprong daarin. Daarnaast ben ik aan sterrenkunde leuk gaan vinden dat je zoveel dingen meeneemt van de natuurkunde: allerlei verschillende aspecten van de natuurkunde komen in de sterrenkunde bij elkaar. Mijn promotieonderzoek ging over röntgenstraling van supernovaresten. In die tijd karakteriseerde men objecten met één temperatuur. Nu weten we dat dat niet klopt: de elektronen kunnen een andere temperatuur hebben dan de protonen. Daar heb ik onderzoek naar gedaan. Toen toonde ik onder andere aan dat in een heldere supernovarest röntgen-synchrotronstraling plaatsvond. Synchrotronstraling vindt plaats als snel bewegende geladen deeltjes door een magneetveld van richting veranderen. Maar de röntgen-synchrotronstraling die ik vond was alleen afkomstig van het schokfront. De elektronen die te ver van het schokfront weg bewegen worden namelijk niet meer versneld en verliezen dan heel snel hun energie. Hoe snel, dat hangt af van de magneetveldsterkte. Ik liet zien dat dit effect gebruikt kon worden om magneetvelden in supernovaresten te meten. Het vinden van röntgen-synchrotronstraling op deze plek was een belangrijke ontdekking die ik van tevoren niet verwacht had. Zo ben ik dus wel een beetje het onderzoek naar deeltjesversnellingen door supernovaresten ingerold.

Terug naar begin

Hoe werk je eraan om deze vragen te beantwoorden?

We hebben natuurlijk experimentele waarnemingen van de kosmische straling nodig, maar die moeten ook geïnterpreteerd worden. Daar komt dan weer veel theorie bij kijken. Ik zit dus een beetje tussen de theoretische en experimentele hoek in.

Ik werk nu mee bij het H.E.S.S. (High Energy Stereoscopic System) samenwerkingsverband. Met de H.E.S.S.-telescopen in Namibië wordt data verzameld over hoog-energetische fotonen, ook wel gammastraling genoemd. Deze hoog-energetische fotonen komen van snel bewegende elektronen in een magneetveld die minimaal dezelfde energie hebben als de waargenomen fotonen. Maar vaak is de energie van de deeltjes die de fotonen uitstralen een factor tien groter. De gammastraal genereert een regen van deeltjes bij interactie met de

aardatmosfeer. Deze deeltjes bewegen zo snel dat ze zelf ook weer licht uitstralen – dat wordt Cherenkovstraling genoemd. Door deze fotonen waar te nemen kunnen we afleiden waar de oorspronkelijke deeltjes vandaan kwamen en wat voor energieën ze gehad moeten hebben in bijvoorbeeld de supernovarest.

Dit jaar hebben we een *superbubble* onderzocht. Hierin werken meerdere supernovaresten samen om deeltjes te versnellen. Het idee is dat door de collectieve werking van supernova's deeltjes tot hogere energieën versneld kunnen worden. Superbubbles vormen zo dus een alternatieve bron van kosmische straling. De detectie van gammastraling met H.E.S.S., gepubliceerd in Science Magazine, liet zien dat er in ieder geval deeltjes tot zeer hoge energieën versneld worden. In hetzelfde gebied detecteerden we ook een pulsarwind-nevel. De relativistische elektronen in die bronnen produceren zowel röntgenstraling als gammastraling. Röntgenstraling bestaat uit fotonen met een miljard maal lagere energie dan gammastraling. De hoeveelheid gammastraling versus röntgenstraling wordt weer bepaald door de magneet- en stralingsvelden waarin de deeltjes versneld worden. Op deze manier hebben we een heleboel af kunnen leiden over de omstandigheden in en rond deze pulsarwind. Het was heel leuk om aan dit onderzoek te werken en dit soort ontdekkingen te kunnen doen!

Terug naar begin

Hoe ziet een typische dag/week eruit?

Het werk is heel afwisselend en de dagen en weken verschillen daarom ook erg. H.E.S.S. is een groot samenwerkingsverband van meer dan 200 mensen, die zijn onderverdeeld in de galactische groep en de extragalactische groep. We overleggen binnen de galactische groep vaak via videogesprekken met een groep van ongeveer tien man. Dat gaat dan bijvoorbeeld over hoe we met een bepaald aspect van een meting of onderzoek om moeten gaan. Daarnaast zijn er ook regelmatig echte meetings waar iedereen naartoe gaat. Dat is wel moeilijk plannen met zo veel mensen!

Ik besteed ook veel tijd aan het begeleiden van studenten en het geven van colleges. Op het moment ben ik ook nog bezig met het schrijven van hoofdstukken voor boeken. Het is erg leuk dat je veel vrijheid hebt in dit vak en dat het zo afwisselend is. Ik denk dat er al met al 20 tot 30 procent van de tijd overblijft om onderzoek te doen. Maar dit forceer ik niet per se

in een planning. Soms heb je namelijk ineens een idee en dan werk je daar spontaan aan. Ik ga dan veel door de literatuur heen en schrijf veel. Om waarneemtijd met de telescopen te krijgen moet je een waarneemvoorstel indienen, en voor onderzoek moet je vaak subsidievoorstellen schrijven. Ik ben dus ook vaak voorstellen voor onderzoeken aan het schrijven.

Terug naar begin

Hoe ziet je onderzoek/vakgebied er over 10 jaar volgens jou uit?

In principe denk ik dat we er binnen 10 jaar achter moeten kunnen komen wat voor bronnen de hoog-energetische straling produceren. Maar daar zit wel een gelukscomponent aan vast. Want stel dat die supernovarest alleen in de eerste tien tot vijftig jaar succesvol is om de deeltjes tot de hoogste energieën te versnellen, dan zou het mooi zijn als er binnen tien jaar zo'n bron actief wordt en dat we die kunnen waarnemen. Naast geluk wordt het ook makkelijker de straling te detecteren als er meer telescopen gebruikt worden. Het CTA project, de opvolger van H.E.S.S., zal waarschijnlijk zeven telescopen tegelijk gebruiken waardoor er veel gevoeliger en sneller kan worden waargenomen. Het wordt dan makkelijker om heel kort durende uitbarstingen waar te nemen. Het zou ook nog eens kunnen zijn dat er een andere, tot nu toe onbekende bron verantwoordelijk is voor de straling en niet de supernovaresten. Ook dan vergroot CTA de kans om die waar te nemen omdat CTA veel meer bronnen kan zien.

Terug naar begin