

Techniek / Heelal

Elk moment van de dag worden we bekogeld met deeltjes



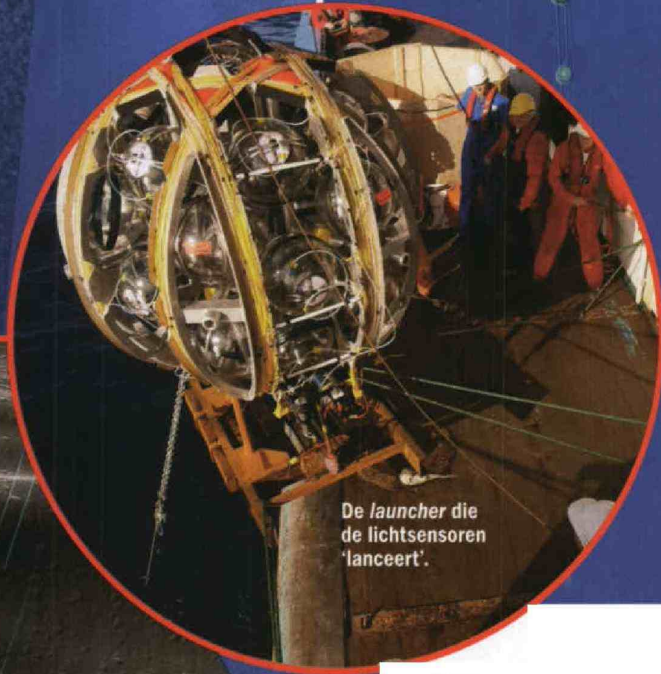
Disco in de diepzee

uit de ruimte

Een telescoop, maar dan onder water? Dat kan. In de Middellandse Zee willen wetenschappers 12.000 lichtsensoren afzinken. Die gaan speuren naar het lichtspoor van een mysterieus klein kosmisch deeltje: het neutrino.

TEKST: TONIE MUUDE

Het bouwplan van de onderwatertelescoop: om de 100 meter een snoer vol lichtsensoren. Samen zoeken die naar invallende deeltjes uit verre sterrenstelsels.



De launcher die de lichtsensoren 'lanceert'.

Telescoop onder water

Neutrino's zijn onzichtbaar en gaan dwars door alles heen. Toch willen wetenschappers proberen om ze te zien. Hoe? Door de Middellandse Zee vol te hangen met 12.000 sensoren, een 'onderwatertelescoop' zo groot als een paar 100 Eiffeltorens. In 2015 moet hij operationeel zijn.



Een metalen frame (de launcher) schiet omhoog van de zeebodem naar het wateroppervlak. Dankzij de draaiende beweging wordt om de 30 meter een lichtsensor uitgespuugd.

Neutrino's kun je maar op een manier ontdekken: laat ze

Eindelijk is de wind gaan liggen. Het is negen uur 's ochtends, en Hans van Haren staat in zijn T-shirt op de brug van de Pelagia. Het onderzoeksschip dobbert in de Middellandse Zee, op acht kilometer van het Griekse schiereiland Peloponnesos. Het zicht is goed, je kunt de bergen en dorpen zien liggen. Maar Van Haren heeft vooral oog voor de twintig bollen die aan een takel boven het dek hangen. Dit is een spannend moment voor de expeditieleider van het Koninklijk Nederlands Instituut voor Zeeonderzoek (NIOZ). Maanden werk zitten er in die bollen. Net als in het aluminiumbuizenframe waarin ze zijn bevestigd. De bollen hebben elk het formaat van een flinke strandbal. In hun binnenste zijn optische sensoren gezet die in de donkere

diepzee zeer zwakke lichtsignalen kunnen detecteren. De sensoren worden beschermd door dik glas dat een enorme waterdruk kan weerstaan. Maar bungelend naast het schip en klotsend in de golven is het glas kwetsbaar. Eén flinke tik, en zo'n bol spat als een kerstbal uit elkaar. Van Haren kijkt toe hoe de mannen op het dek de glazen bollen boven het water positioneren. Gisteren was het windkracht zes, nu windkracht twee. Dadelijk zal de wind weer aantrekken. Van Haren houdt zijn portofoon bij zijn mond. 'Laat maar zakken.'

• Aarde krijgt douche

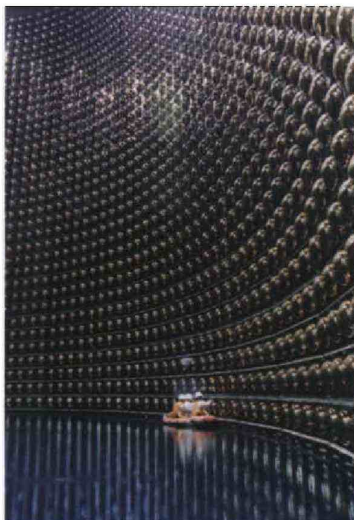
Een van de opvarenden is natuurkundige Els de Wolf. Normaal werkt ze op het vaste land, bij het Nationaal instituut voor subatomaire fysica (Nikhef) in Amsterdam. Ze is gespecialiseerd in de 'kosmische douche', deeltjes die vanuit de ruimte op aarde vallen. Sommige van die deeltjes zijn tastbaar. Vraag maar aan de Duitse scholier die twee jaar terug werd geraakt door een meteoriet. Het steentje, kleiner dan een erwit, schampte zijn hand en sloeg een krater van een halve meter in de grond. De kans dat zo'n stukje ruimtepuin je raakt is nihil. Maar De Wolf is geïnteresseerd in een



De mannen van het Nederlandse onderzoeksschip Pelagia leggen de sensoren voorzichtig in zee.

deeltje dat ons veel vaker raakt: het neutrino. Dit gebeurt elke seconde miljoenen keren, zonder dat we daar iets van merken. De onzichtbare deeltjes gaan met de lichtsnelheid door een menselijke lichaam heen. Ze schieten zelfs dwars door de aarde, als zonnestralen door een glazen bol. 'Die neutrino's zijn onvoorstelbaar klein, en ze hebben een massa

van bijna nul. Bovendien hebben ze geen elektrische lading. Niets kan ze dus aantrekken, niets kan ze afstoten. Vanaf het moment dat ze ontstaan, gaan ze maar één kant op: rechtdoor.' Om die reden zijn ze interessant voor de wetenschap. Neutrino's worden geboren in het hart van sterren. Vanaf dat moment reizen ze in een rechte streep door het heelal, soms wel



Duizendklapper

Een gloeilampje dat doorbrandt is er niks bij. In 2001 knalde een optische sensor van deze ondergrondse neutrino telescoop in Japan. Dit leidde tot een kettingreactie waarbij meer dan 6000 sensoren uit elkaar spatten. Een regen van glasscherven viel bovenop een ander cruciaal onderdeel van de telescoop: een tank gevuld met 50.000 ton zeer zuiver water. Het duurde 5 jaar voordat de schade was hersteld. De nieuwe sensoren van de Super-Kamiokande Observatory zijn uitgerust met een plastic schild. Mocht er een doorbranden, dan blijft het deze keer bij één knal.

Gaten in het ijs

Stel: je staat op de Zuidpool, en je wilt een gat in het ijs maken. Niet zomaar een gat, maar een van 2,5 kilometer diep. Hoe doe je dat? Antwoord: pak een gigantische brandweerslang en spuit heet water tegen het ijs. 58 uur, non-stop. Zo boorden wetenschappers in 2005 een gat voor IceCube, een neutrino telescoop op de Zuidpool. Neutrino's zijn kleine ruimtedeeltjes die overal dwars doorheen vliegen, behalve door grote massa's water of ijs. De onderzoekers van IceCube willen het Antarctische ijs voor

2012 met 80 diepe gaten perforeren. In elk gat hangt een lange lijn met detectoren die de botsende neutrino's kunnen spotten. De betrokken wetenschappers hoeven niet naar Antarctica af te reizen: ze kunnen de meetresultaten gewoon thuis op hun laptop bekijken. Toch staan er ter plekke altijd 3 medewerkers paraat om eventuele problemen op te lossen. Geen baan voor koukleumen: in de winter kan het kwik er zakken tot 70 graden Celsius onder nul.



Turen in een van de gaten van IceCube.

Op een enorme massa water knallen

miljarden jaren lang. De Wolf: 'Door neutrino's te bestuderen, kunnen we dus terugkijken in de tijd. Helemaal tot aan de eerste sterren. Met neutrinotelescopen kunnen we voor het eerst zien wat gebeurt in het hart van een ster. Welke sterren maken bijvoorbeeld die kosmische deeltjes die met zo extreem veel energie door het heelal gaan? En hoe doen ze dat?'

● Flits verraadt spook

Hoe bestudeer je een deeltje dat onzichtbaar klein is? En dat met de lichtsnelheid dwars door de aarde schiet? In de jaren vijftig van de vorige eeuw ontdekte de Russische natuurkundige Pavel Cherenkov (1904-1990) dat er één materiaal is dat neutrino's de weg kan versperren: water. Van alle neutrino's die op de aarde storten, botst een op de 10.000 frontaal op een waterdeeltje. Hierbij ontstaat een ander deeltje, een 'muon'. Dat beweegt zich in dezelfde richting als het oorspronkelijke neutrino voort. Terwijl een muon door het water scheert, zendt het licht uit. Een blauwe flits. Zwak, maar in een donkere ruimte zou je hem misschien net met het blote oog kunnen zien.

Hoe meer water er is, hoe meer botsingen er tussen neutrino's en waterdeeltjes zullen zijn. En dus ook: hoe meer blauwe flitsen die de aanwezigheid van neutrino's verraden. Daarom wil een Europees team van wetenschappers KM3NeT bouwen: een telescoop in zee, die vanaf 2015 in bedrijf moet zijn. 'KM3' staat voor de afmetingen van die telescoop: ongeveer een kubieke kilometer. Als bouwlocatie is gekozen voor de Middellandse Zee. Het water is er helder, waardoor de blauwe flitsen van de muonen goed zichtbaar zijn. Bovendien hoef je in de Middellandse Zee maar een paar kilometer uit de kust te varen om al grote waterdiepten te treffen. Zonlicht dringt maar een paar honderd meter in zeewater door. Daaronder heerst de duisternis, en daar willen de wetenschappers hun telescoop bouwen. Het idee: als de detectoren een lichtflits zien, dan móét die wel veroorzaakt zijn door een botsende neutrino. Of toch niet?

● Vis knippert mee

Hoe goed werkt zo'n onderwater-telescoop? Om dat te testen, bouwden wetenschappers de af-



De grote reis
Het universum barst van de neutrino's, onzichtbaar kleine deeltjes die ontstaan in het hart van sterren. Sommige stammen van vlak na de oerknal en zijn meer dan 13 miljard jaar oud. Maar ze schieten nog steeds door het heelal.

gelopen jaren aan Antares. Deze telescoop ligt voor kust van Frankrijk. Hij is twintig keer zo klein als KM3NeT moet worden, maar werkt volgens hetzelfde principe. Natuurkundige De Wolf kan zich nog goed herinneren hoe ze in 2007 naar de eerste waarnemingen op haar scherm staarde. 'Ik stond perplex. De sensoren hadden heel duidelijk lichtflitsen gezien. Maar het leek totaal niet op het beeld dat je verwacht bij botsende neutrino's. Het was één grote knipperende kerstboom.' Het duurde niet lang voordat De

Vechten tegen de zee

Het is een vak apart, metingen verrichten in de diepzee. Een druppel zout water in de elektronica, en je hebt al kortsluiting. Even een monteur langssturen: vergeet het maar. Hans van Haren van het Koninklijk Nederlands Instituut voor Zeeonderzoek (NIOZ) weet er alles van. Om voelbaar te maken hoe groot de waterdruk is op 500 meter diepte, pakt hij

er graag een blok beton bij. Het ding weegt 5 kilo, en er steekt een spijker uit. Probeer het maar: het blok op je vlakke hand laten rusten, met de spijker prikkend in je huid. 'Dat is de kracht waarmee het water je apparatuur wil binnendringen. En dan heb ik het nog niet eens gehad over roest. En over golven die de instrumenten alle kanten op duwen. Dag in, dag uit.'

Behalve neutrino's kan de telescoop ook prima opgewonden vissen zien

► Wolf en haar collega's snapten waar al dat licht vandaan kwam: van opgewonden diepzeediërtjes. Sommige plankton- en vissoorten kunnen licht uitstralen, een fenomeen dat bioluminescentie heet. Ze doen dit bijvoorbeeld om met elkaar te communiceren, of als ze schrikken van roofdieren. Maar ze doen het óók als ze met hun neus tegen een sensor botsen. De Wolf: 'Stromingen in de diepzee duwden grote scholen van diërtjes tegen de apparatuur. Maar na een paar weken werd het rustiger. En

we hebben bovendien de software verbeterd. Hierdoor kunnen we nu goed het verschil zien tussen de neutrino's en lichtgevende zeediertjes.' Wat de wetenschappers eerst deed schrikken, is nu zelfs een voordeel. Want voor biologen blijkt het een unieke kans om 'live' de bewegingen van kleine zeedieren in de diepzee te volgen. Daar kom je als onderzoeker niet snel. De Wolf, lachend: 'Daarmee is onze neutrino-telescoop dus tegelijkertijd een visjesdetector geworden.'

Test krijgt climax

Om KM3NeT te bouwen, moet je een stuk zee zo groot als een half miljoen olympische zwembaden met 12.000 lichtsensoren vullen. Dat lukt alleen met een techniek die de sensoren razendsnel plaatst. En dat is precies de reden waarom de onderzoekers van het NIOZ de twintig bollen vandaag in één keer te water laten. Als een tros druiven zijn ze samengepakt in een metalen frame: de *launcher* ('lanceerder'). Op de sonar van de Pelagia ziet expeditleider Van Haren dat de bollen zich op 800 meter diepte bevinden. In het pikdonker zit de launcher met een haak vast aan een betonnen blok op de bodem van de Middellandse Zee. Nu is het tijd voor de climax van de test. De launcher moet via twee lijnen terug naar het oppervlak rollen. Op zijn weg naar boven moet hij om de dertig meter een kleine bol met daarin een lichtsensor uitspugen. Uiteindelijk hangen dan twee knopentouwen in de oceaan, met op elke knoop een sensor. Deze snelle manier van sensoren uitrollen is nog nooit eerder vertoond. Op de brug van het schip houdt Van Haren zijn portofoon weer bij zijn mond. 'Maak maar los.' Op het dek toetst een technicus codes in op een zwarte kast. Wanneer hij op 'command' drukt, begint 800 meter onder zijn voeten direct de onderwateracrobatiek.

Bouwen kan sneller

Gejuich op het dek, en er schiet een champagnekurk door de lucht. Op een beeldscherm kijken Van Haren en de overige bemannings-



De launcher: trek aan het gele koord en de glazen lichtsensoren floepen uit het metalen buizenframe.



In de glazen bol

Druk 2 halve bollen tegen elkaar. Zuig de ruimte tussen bollen vacuüm. Laat 16 paarden proberen om de bollen weer van elkaar te trekken. Zo verliep het experiment van de Duitse natuurkundige Otto von Guericke (1602-1686) in de stad Maagdenburg. Tot verbazing van de toeschouwers bleven de halve bollen op elkaar zitten. Dezelfde 'Maagdenburger bollen' worden nu ingezet voor de onderwatertelescoop KM3NeT. Sensoren speuren in de diepzee naar flauwe lichtsignalen. Ze zijn verpakt in vacuüm getrokken bollen, gemaakt van glas. De druk van het water duwt beide helften zo stevig tegen elkaar, dat geen druppel zeewater naar binnen kan sijpelen.

leden naar de herhaling van de operatie. Een onderwatercamera met een felle lamp heeft vastgelegd hoe de launcher vanaf 800 meter diepte omhoog schoot. Een paar minuten later al hingen de slingers vol sensoren netjes in de zee. Van Haren: 'Met de bestaande technieken had het een eeuw geduurd om een telescoop zo groot als KM3NeT te bouwen. Vandaag hebben we aangetoond dat we meerdere sensoren in één

keer in zee kunnen leggen. Bij een volgende test willen we in één klap 15 launchers met 300 bollen wegzetten. Als we de techniek verder opschalen en verbeteren, kunnen we KM3NeT in drie jaar bouwen.' De start van de bouw staat gepland voor 2012. Maar voor die tijd moeten eerst nog wel een paar belangrijke beslissingen worden genomen. Om er maar eentje te noemen: waar komt die telescoop precies te liggen?

Oceaan vol mysteries

Het grote onbekende. Zo wordt het heelal wel eens genoemd. Maar ook de zee was eeuwenlang een groot mysterie voor de mens. En ook nu weten we nog lang niet alles. Een reis door de tijd:

358 VOOR CHRISTUS

De Griekse filosoof Plato schrijft over een groot en machtig eilandrijk: Atlantis. Het zou duizenden jaren geleden hebben bestaan. Maar door aardbevingen en vloedgolven is het in één dag onder water verdwenen. Helaas is tot op de dag van vandaag nog geen spoor van Atlantis gevonden.



1519

Ferdinand Magellaan (1480-1521) begint aan de eerste reis om de wereld. De Portugese zeevaarder ontdekt een doorgang in het Amerikaanse continent. Zo vaart hij van de Atlantische oceaan naar de Stille Oceaan.

19DE EEUW

Kunstenaren gaan de zee afbeelden als een vriendelijk spiegelend oppervlak. Voorheen werd de zee geschilderd als een gevaarlijke, kolkende massa. Het is een teken dat de mens zich steeds vrouwelijker voelt op de oceanen.

1950

Eerste berichten over de Bermuda-driehoek: opmerkelijk veel vlieg-



kader rechts: 'En de winnaar is...')
Terwijl politici touwtrekken om wie met de eer zal gaan strijken, is de Pelagia onderweg naar zijn volgende missie. De wind is aangetrokken, en het onderzoeksschip kruist recht tegen de golven in. Met wat geluk komt vanavond de oostkust van Sicilië in zicht: een van de mogelijke bouwlocaties voor de telescoop. Van Haren en zijn team zullen de bodem daar in kaart brengen met hun sonar en onderwaterrobots. Ook zullen ze apparatuur uit werpen die een jaar lang zaken meet als stroming, golfslag, temperatuur en troebelheid. De Etna, een van de actiefste vulkanen van de wereld, ligt hier vlakbij. Betekent dit dat er onderzeese trillingen en rookpluimen zijn? Wordt het daardoor wellicht een minder gunstige locatie om de telescoop neer te zetten? Van Haren zal al zijn bevindingen in zijn rapport zetten. De regeringsleiders mogen dan vervolgens de knoop doorhakken. En dan kan het echt beginnen: de jacht op het spookdeeltje.

• Waar komt telescoop?

Griekenland, Italië en Frankrijk: alledrie zouden ze de KM3NeT maar wat graag in hun wateren ophangen. Want de onderwatertelefoon wordt via lange datakabels verbonden met de kust. Aan de wal komt een onderzoekscentrum dat profiteert van Europese geldstromen. En bovendien, welk staatshoofd zou niet de gastheer willen zijn van de grootste telescoop ter wereld? (Zie ook het

tonie.mudde@quest.nl



MEER INFORMATIE

www.km3net.org: alles over de bouw van de grootste onderwatertelefoon ter wereld.
www.nioz.nl: hoe werkt zee-onderzoek eigenlijk?



En wéér is een schip verdwenen in de Bermudadriehoek.

tuigen en schepen vergaan voor de kust van Florida. Zelfs buitenaardse wezens worden er verantwoordelijk voor gehouden. Meest waarschijnlijke verklaring na jaren van onderzoek: menselijke fouten en afwijkingen van kompassen.

1985

Een Frans onderzoeksschip ontdekt de Titanic. Het schip lag

sinds 1912 verborgen op de bodem van de Atlantische Oceaan.

NU

De zee zit vol onzichtbaar kleine diertjes, zogeheten microben. Ondanks al onze microscopen en laboratoria begrijpen we pas van hooguit een op de 20 microben wat ze precies doen.



En de winnaar is...

Soms werkt het bij een onderwatertelefoon net als bij de Olympische Spelen: 3 landen willen 'm hebben. Italië, Griekenland en Frankrijk zijn druk aan het lobbyen om KM3NeT in hun wateren te krijgen. Het definitieve oordeel valt eind 2010. De kandidaten op een rij:

Codenaam? ANTARES

Land? Frankrijk
Locatie? 40 kilometer ten zuiden van Toulon.
Waterdiepte? 2500 meter.
Voordeel? Dichtbij de kust. Bovendien zal deze plek voor weinig onaangename verrassingen zorgen. Want er ligt al een kleinere onderwatertelefoon.
Nadeel? Onrustige oceaanstromingen. Zand- en kleideeltjes vertroebelen het beeld.

Codenaam? NEMO

Land? Italië
Locatie? 100 kilometer ten oosten van Capo Passero (Sicilië).
Waterdiepte? 3500 meter.
Voordeel? Vlakke rotsachtige bodem, gunstig voor de verankeringen van de sensoren.
Nadeel? Ver uit de kust, dus lange datakabels nodig van de telescoop naar het onderzoekscentrum.

Codenaam? NESTOR

Land? Griekenland
Locatie? 40 tot 60 kilometer ten westen van het kustplaatsje Pylos.
Waterdiepte? 4500-5100 meter.
Voordeel? Dichtbij de kust. Korte kabels van de telescoop naar het onderzoekscentrum. Sterk signaal.
Nadeel? Canyonachtige bodem. Kabels kunnen kapot schuren langs de scherpe rotsen.



Het werk zit erop. De lichtsensoren hangen in het water, de launcher mag weer mee naar huis.