



Het LaRa-team naast de thermische vacuümkamer. © ESA-M. Cowan

Radiowetenschappelijk instrument voor ExoMars klaar voor de rode planeet

Een ambitieus instrument voor ESA's ExoMars 2020-missie heeft tests doorstaan in een omgeving die veel weg heeft van de rode planeet. Het instrument zal nu ter goedkeuring naar Rusland worden gebracht, waarna het op het Kazachok Surface Platform zal worden geïnstalleerd. De lancering is gepland rond deze tijd volgend jaar.

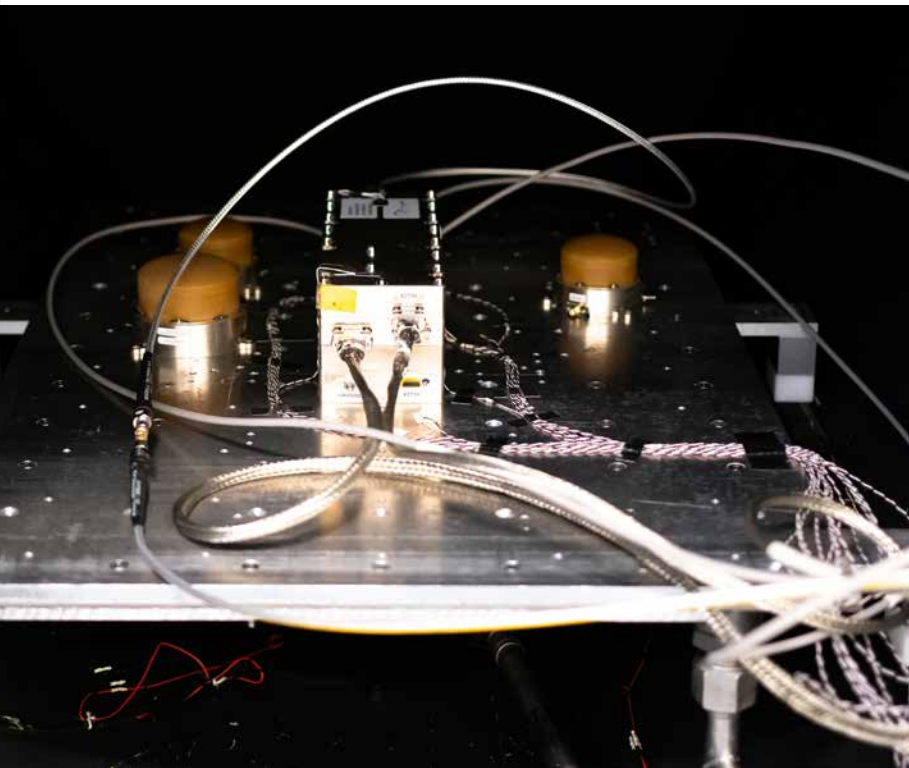
Met ca. 8 x 8 x 20 cm en een drietal antennes is ESA's Lander Radioscience-experiment, LaRa in het kort, iets groter dan een pak melk van een liter. Maar het functioneert als een hoogperformante transponder die een zeer stabiele directe radioverbinding in stand moet houden tussen de aarde en Mars, en dat gedurende een volledig martiaans jaar – twee aardse jaren – na de landing van ExoMars. Voorgesteld door de Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB), is LaRa ontwikkeld via ESA's PRODEX-programma – gericht op het ontwikkelen van wetenschappelijke experimenten voor de ruimte – en gesponsord door het Belgisch Federaal Wetenschapsbeleid (Belspo).

De laatste LaRa-test vond plaats in ESA's Mechanische Systemen Laboratorium (MSL) bij ESTEC, ESA's technische hart in het Nederlandse Noordwijk. Dit is een kleinschalige versie van het Test Centre bij ESTEC iets verderop. Er kunnen verschillende ruimtesimulatietests uitgevoerd worden

op instrumenten voor ruimtevaartuigen, subsystemen of kleine satellieten, eerder dan voor grootschalige missies. Na het uitvoeren van trillingsproeven op een van de MSL-shakers om de harde condities van lancering, terugkeer naar de atmosfeer, afdaling en landing op Mars te simuleren werd LaRa bijna twee weken lang in een thermische vacuümkamer geplaatst om functionele tests te doen bij zowel hete als koude temperaturen.

Het instrument werd eerst in een hoog vacuüm geplaatst om dampen te 'ontgassen' die anders problemen zouden kunnen veroorzaken in de ruimte en om het gedrag van het instrument te testen in dezelfde omstandigheden die het op weg naar Mars zal tegenkomen. Vervolgens werd LaRa onderworpen aan nagebootste Martiaanse omstandigheden, waarbij koolstofdioxide onder een druk van 6 millibar aan de kamer werd toegevoegd, terwijl tegelijkertijd warme en koude temperaturen elkaar afwisselden.

LaRa's elektronica zullen warm gehouden worden door het verwarmingstoestel van de ExoMars-lander. LaRa's antennes zijn echter buiten deze thermisch gecontroleerde omgeving geplaatst en moeten extreme temperatuurwisselingen kunnen doorstaan: 's nachts kan de temperatuur dalen tot -90°C , terwijl er overdag sprake is van een relatief aangena-



me 10°C. Het nieuwe ontwerp van de antenne is een samenwerking tussen ESA en de Universit  catholique de Louvain (UCL).

Na het testen werd de thermische vacuümkamer geopend. Ingenieurs naderden het instrument met mondmaskers, overjassen en steriele handschoenen – net als bij een heelkundige ingreep – en gingen vervolgens verder met het verwijderen van testsensoren en -bekabeling voordat het instrument en de antennes in steriele zakken werden gestopt.

Zoals alle hardware ontworpen voor interplanetaire missies, is LaRa onderhevig aan strikte planetaire beschermingsprotocollen om besmetting van Mars met bacteriën van op de aarde te voorkomen. ‘De oppervlakken van het instrument worden regelmatig schoongeveegd om te controleren of het niveau van de ‘biologische belasting’ nog steeds acceptabel is,’ legt Lieven Thomassen van LaRa’s hoofdaannemer Antwerp Space uit. ‘De binnenkant, bestaande uit vier lagen printplaten, is al volledig gereinigd. De binnenkant is quasi volledig van de buitenwereld afgesloten. Er is enkel een ontluchtingsopening met een diameter van slechts 2 mm om overdruk bij het bereiken van de ruimte te voorkomen.’

LaRa is een van de twee instrumenten van ESA op het door Rusland gebouwde ExoMars Surface Platform. Beter bekend als Kazachok (‘kleine kozak’) is de primaire rol van het platform om zichzelf en de door ESA gebouwde Rosalind Franklin ExoMars-rover veilig op de Oxia Planum-laaglanden op Mars te laten landen. Wanneer de rover van het platform afrijdt, zal Kazachok zich vervolgens bezighouden met het uitvoeren van de in totaal 13 experimenten die het aan boord heeft. Het Surface Platform is ontwikkeld door NPO Lavochkin onder

Roscosmos-contract, in samenwerking met ESA.

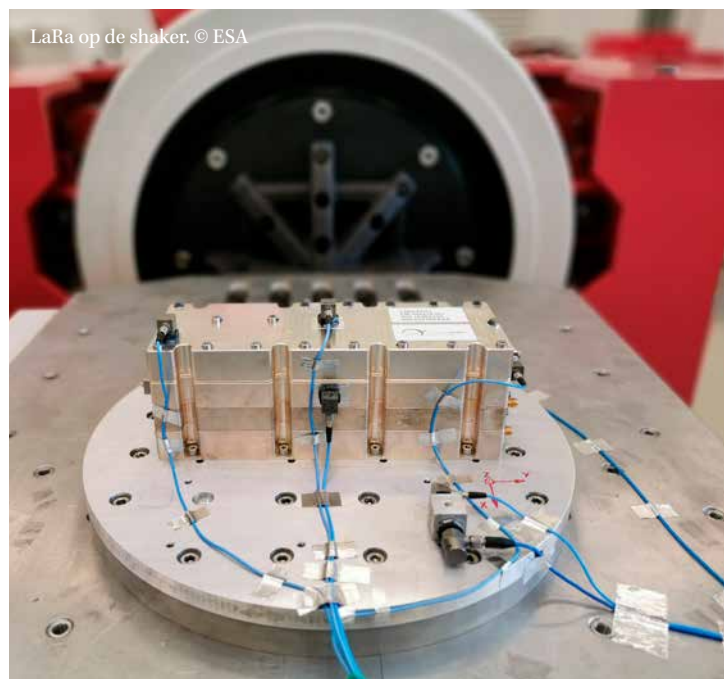
LaRa zal een X-band-radiosignaal ontvangen van de aarde en dat signaal vervolgens weer terugzenden. Door gedurende de hele missie zorgvuldig de kleine verschuivingen teweeggebracht door het Dopplereffect te meten, zullen onderzoekers uiteindelijk de minimale periodieke verschuivingen in de positie van het Surface Platform kunnen waarnemen, wat zal resulteren in nieuwe inzichten in het binnenste van Mars.

‘LaRa zal details onthullen van de interne structuur van de planeet en precieze metingen van de rotatie en oriëntatie mogelijk maken,’ stelt Véronique Dehant van de Koninklijke Sterrenwacht van België, de hoofdonderzoeker van het instrument. ‘Het zal ook variaties detecteren in de draai-impuls van de planeet die veroorzaakt worden door de herverdeling van massa, zoals de seizoensgebonden massaoverdracht in koolstofdioxide wanneer de atmosfeer gedeeltelijk bevroest. Tenslotte zal LaRa ook de mogelijkheid bieden om de landingspositie nauwkeurig te bepalen.’ De metingen zijn te vergelijken met de manier waarop we op aarde aan de wijze waarop een ei rondtolt kunnen zien of het rauw is of gekookt – vloeibaar of vast dus. De uitdaging is echter om de ultrastabiele directe radioverbinding gedurende LaRa’s geplande werkschema (twee sessies van  n uur per week) te behouden – ook wanneer Mars zich op zijn maximale afstand van 401 miljoen kilometer van de aarde bevindt.

‘Op aarde zullen we gebruikmaken van de enorme 70m-klasseantennes van NASA’s Deep Space Network of het Russische equivalent bij Kalyazin of de Beer-meren, om het X-band-radiosignaal uit te zenden naar Mars en om de vertraagde, door LaRa verzonden en door



Verwijdering van de thermische sensoren.
© ESA-M. Cowan



LaRa op de shaker. © ESA

Mars 'Doppler-getekende' replica te ontvangen. Dit alles met het zeer lage radiovermogen van 5 watt dat LaRa genereert, legt ESA's microwave-ingenieur Václav Valenta uit, die het LaRa-project beheert. 'LaRa dient op Mars echter voldoende responsief te zijn om radiosignalen van enkele attowatts te detecteren – triljoensten van een watt. Wanneer Mars en de aarde elkaar naderen – de minimale afstand is 54,6 miljoen kilometer – zullen de Europese Estrack-grondstations ook in staat zijn om verbinding te maken met LaRa. 'Dergelijke scenario's zijn succesvol getest gedurende twee testcampagnes voor de radiofrequentie-compatibiliteit bij ESA's ESOC-missiecontrolecentrum in het Duitse Darmstadt.'

De ijle martiaanse atmosfeer is een complicatiefactor. Een voordeel is dat de restwarmte afgevoerd kan worden door convectie. Een nadeel is dat, hoewel de atmosfeer van Mars honderd keer dunner is dan de aardse lucht, de interne radiofrequente werking toch het risico op 'corona'-effecten inhoudt – ionisatie van lokale gassen die kan resulteren in interferentie en potentieel schadelijke bliksemachtige ontladingen. 'Om enig corona-risico uit te schakelen, onderging LaRa eerder grondige analyses en tests bij ESA's High Power Radio Frequency Laboratory in het spaanse Valencia voegt Václav toe. 'Het heeft ook testen doorstaan in de Maxwell-kamer voor elektromagnetische compatibiliteit bij ESTEC, om te controleren of alle elementen als geheel samenwerken. Bovendien is een schokmodel van LaRa ontwikkeld en getest bij ESTEC's Test Centre om te testen of LaRa bestand is tegen de mechanische schokken

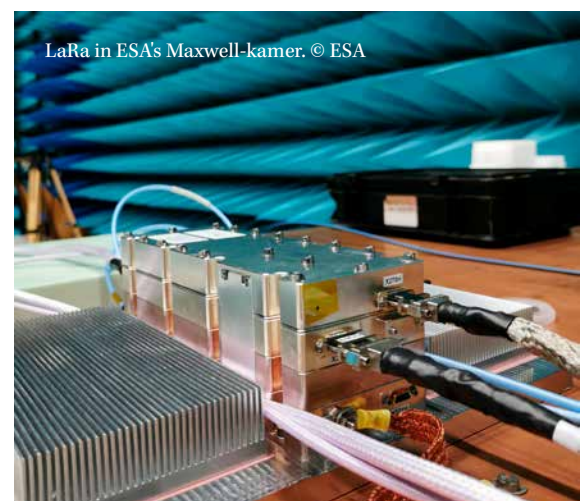
veroorzaakt door de scheiding van de draagmodule en het afwerpen van het hiteschild.'

Na voltooiing van de LaRa-test in het MSL, werd het instrument naar ESA's Metrologielaboratorium gebracht, voor precieze metingen van de vlakheid van het oppervlak. Deze moet nauwkeurig zijn tot op een schaal van enkele tientallen micrometers – een duizendste van een millimeter – voor een optimale pasvorm en thermisch contact met de interface van de lander, waardoor een goede operationele temperatuur op Mars behouden blijft.

Vanuit ESTEC zal LaRa worden vervoerd naar het Ruimteonderzoeksinstituut van de Russische Academie van Wetenschappen, IKI, voor de definitieve goedkeuringstest. Vervolgens zal deze worden verplaatst naar Cannes in Frankrijk voor installatie op het Surface Platform bij de rest van de lander en als geheel worden getest. 'De kans om mee te vliegen naar Mars deed zich pas eind 2015 voor en het daadwerkelijke ontwikkelen van het vluchtmodel begon pas een jaar later. Het LaRa-team heeft zeer hard gewerkt om op dit punt te komen,' voegt Václav toe. ExoMars 2020 staat gepland voor lancering in juli 2020 met de Russische Proton-draagkaket vanuit Bajkonoer in Kazachstan. (Bron: ESA)



Exomars-platform van de lander.
© Thales Alenia Space



LaRa in ESA's Maxwell-kamer. © ESA

MEER

De LaRa-website van de Koninklijke Sterrenwacht van België:
<https://lara.oma.be/>