



## Regeling van de Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap van 16 oktober 2024, nr. 48569351 houdende wijziging van de R&D-regeling technologiedomeinen Einstein Telescope in verband met het openstellen van het technologiedomein vacuümtechnologie

De Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap,

Gelet op artikel 1.2 van de Kaderregeling subsidies OCW, SZW en VWS;

Besluit:

### ARTIKEL I

De R&D-regeling technologiedomeinen Einstein Telescope wordt als volgt gewijzigd:

A

In artikel 8, tweede lid, wordt 'bijlage 2, 4, 5 en 6' vervangen door 'bijlage 2, 4, 5, 6 en 7'.

B

In artikel 11, tweede lid, wordt 'bijlage 2, 4, 5 en 6' vervangen door 'bijlage 2, 4, 5, 6 en 7'.

C

Aan de regeling wordt na bijlage 6 een bijlage toegevoegd, die luidt:

#### **Bijlage 7. Openstelling Vacuümtechnologie**

*Deze bijlage hoort bij de artikelen 8 en 11 van de R&D-regeling technologiedomeinen Einstein Telescope*

#### **Openstelling- Vacuümtechnologie**

De openstellingstermijn, bedoeld in artikel 8, eerste lid, van de R&D-regeling technologiedomeinen Einstein Telescope voor het technologiedomein Vacuümtechnologie loopt vanaf 25 oktober 2024 tot en met 28 november 2024 om 23:59 uur. Het subsidieplafond, bedoeld in artikel 11, tweede lid, van de R&D-regeling technologiedomeinen Einstein Telescope bedraagt € 2.000.000,00. De uiterste einddatum voor afronding van projecten binnen dit domein is 30 juni 2027.

#### **Uitwerking technologiedomein Vacuümtechnologie**

##### **1. Introductie**

Voor de Einstein Telescope (hierna: ET) is ongeveer 120 kilometer vacuümbuis nodig met een binnendiameter van 1 meter om laserstralen ongestoord tussen spiegels te laten kaatsen. De huidige detectoren gebruiken roestvrij staal (AISI 304L) voor hun 3 tot 4 kilometer lange buizen, met een diameter van 0,7 tot 0,9 meter en een wanddikte van 3 tot 4 millimeter. Deze werken bij een totale vacuümdruk van 10<sup>-8</sup> millibar (hierna: mbar). Als deze technologie wordt opgeschaald naar de ET zal dat resulteren in een duur arm-vacuümsysteem. Daarnaast heeft ET strengere ultrahoogvacuüm (hierna: UHV) eisen. Binnen dit domein staat de zoektocht naar alternatieven voor dit vacuümsysteem centraal. Parallel wordt er bij andere instituten – waaronder CERN – nader onderzoek gedaan.

##### **2. Uitdaging van het vacuümsysteem**

De hoofdvraag luidt: 'Hoe bouwen we de 120 kilometer UHV vacuümbuizen voor de armen van de ET, die aan alle eisen voldoen?' Specifiek gaat het om de industrialisatie en proof-of-concept van een kostenefficiënte productie- en ondergrondse installatiestrategie, voor de vacuümsystemen van de ET op basis van een corruga-

ted buisontwerp. Bij een corrugated buisconcept wordt uit plaatmateriaal een gegolfde vorm gemaakt om de buis te verstevigen en waardoor de wanddikte dunner kan zijn. Hierbij moet rekening worden gehouden met het reduceren van de kosten ten opzichte van een conventioneel AISI 304L buissysteem, de doorlooptijden, de reductie met betrekking tot lifecycle-analyse uitkomsten en risico's. Hierop zijn, onder andere maar niet uitsluitend, het uitstookproces voor het reduceren van restgassen, de reinheidseisen van oppervlakken en de betrouwbaarheid van eventuele lassen van grote invloed. Een algehele systeemintegratie is cruciaal, niet alleen met het oog op de kosten, maar ook met het oog op de vereiste lange levensduur van minstens 50 jaar met idealiter weinig onderhoud.

De Einstein Telescope Organisatie heeft een contract met CERN voor de ontwikkeling van de UHV-buizen. In dit contract is afgesproken dat CERN het Technisch Design Rapport schrijft, een prototype bouwt en test, workshops organiseert en contact onderhoudt met de collega's die werken aan de Cosmic Explorer (toekomstige gravitatiegolfdetector in de US). Binnen dit project wordt door CERN nog volop gewerkt aan verschillende werkpakketten. Resultaten vanuit de werkpakketten zullen na goedkeuring worden gedeeld.

CERN is echter een wetenschappelijke onderzoeksfaciliteit. CERN heeft veel ervaring met grote projecten, maar voor de fabricage en installatie van 120 kilometer vacuümbuis is kennis vanuit de industrie nodig. Die kennis is belangrijk om de maakbaarheid en industrialisatie van de vacuümbuis verder te ontwikkelen.

### 3. Specifieke doelstelling voor dit domein

De vacuümbuizen moeten voldoen aan de eisen die zijn opgesteld in het document: 'Einstein Telescope beampipe requirements' (ET-0385A-24, 2024; te downloaden via [www.einsteintelelescopeforbusiness.nl](http://www.einsteintelelescopeforbusiness.nl)). In dit document staan bijvoorbeeld de eisen over de maximale restgasdrukken in de buis en eisen over het afvangen van lichtvervuiling door schotten, veroorzaakt door het weerkaatsen van de laser tegen restgassen, deeltjes en andere vervuiling.

Tabel 1: Partiële drukeisen uit ET-0385A-24

Restgas	Max. partiële restgasdruk in mbar
H <sub>2</sub>	$5.3 \times 10^{-11}$
H <sub>2</sub> O	$9.6 \times 10^{-12}$
N <sub>2</sub>	$5.6 \times 10^{-12}$
CO	$2.2 \times 10^{-12}$
CO <sub>2</sub>	$2.0 \times 10^{-12}$
Hydrocarbons	$9.1 \times 10^{-14}$

Andere onderwerpen zijn de diameter van de buis, de werkcondities onder de grond en de uitlijning van de buis. Voortvloeiend uit dit pakket van eisen volgen impliciete eisen op bijvoorbeeld maakbaarheid en betrouwbaarheid.

Binnen dit domein zijn er een aantal specifieke uitdagingen waarbij de inbreng van het bedrijfsleven is gewenst. Deze uitdagingen zijn:

1. Industrialisatie van 120 kilometer corrugated vacuümbuis (maakbaarheid op grote schaal), inclusief een supply chain studie.
2. Het ontwerpen, maken en waarborgen van de kwaliteit voor het vormen en lassen van een corrugated buis, die aan de eisen voldoet zoals beschreven in het document Einstein Telescope beampipe requirements (ET-0385A-24).
3. De ontwikkeling van het proces voor het reinigen en controleren van de reinheid van de buis. Met inbegrip van de logistiek van productie tot installatie en onderhoud.
4. Voor alle uitdagingen geldt dat er een inschatting moet worden gemaakt van kosten, tijd, life-cycle en risico's voor productie, installatie en operatie.

Een ontwerp van de corrugated buis is beschikbaar, maar dit ontwerp kan aangepast worden als dat een verbetering voor de productie en/of installatie oplevert. Ferritisch roestvrij staal AISI 441 / X2CrTiNb18 wordt op dit moment als voorkeursmateriaal beschouwd, omdat verwacht wordt dat dit een substantiële kostenbesparing kan opleveren (Carlo Scarcia, 'Study of selected mild steels for application in vacuum systems of future gravitational wave detectors,' *Journal of Vacuum Science and Technology*, 5 augustus 2024). Roestvrij staal AISI 304L wordt beschouwd als alternatief en back-up materiaal.

Er zijn – in overleg – mogelijkheden tot samenwerking met en testen bij CERN.



#### 4. Gerelateerde documentatie en projecten

Naast de reeds genoemde documentatie, zijn er diverse rapporten waarin meer informatie is te vinden:

- ET conceptual design report CDR (2011)
- Einstein Telescope: Science Case, Design Study and Feasibility Report ('30 pages' ESFRI document), ET-0028A-20, 2020
- ET design report update 2020 ('long ESFRI document'), ET-0007A-20, 2020
- Science Case for the Einstein Telescope, arXiv:1912.02 622, 2020
- ET cost book, ET-0000A-20, 2020
- Socio-economic impact of the Einstein Telescope – Executive Summary, ET-0001A-20, 2020
- Workshop Beampipes for Gravitational Wave Telescopes 2023: <https://indico.cern.ch/event/1208957/timetable/?view=standard>

In een aantal gerelateerde projecten is vooronderzoek gedaan naar de uitdagingen:

- ET Technologies: In dit afgeronde project is gerelateerd aan vacuümtechnologie materiaalonderzoek naar metalen en coatings gedaan om alternatieven voor het vacuümsysteem te kunnen beoordelen;
- Beampipes4ET (Interreg-MR): In dit lopende project met leadpartner RWTH Aachen wordt er onderzoek gedaan naar een nieuw productieconcept voor vacuümbuizen en een nieuwe lastechnologie. Daarnaast wordt een bestaande productietechnologie voor flenzen en T-profielen toegepast op vacuümbuizen. Meer hierover op deze website: <https://keep.eu/projects/29344>.

#### ARTIKEL II

Deze regeling treedt in werking met ingang van de dag na de datum van uitgifte van de Staatscourant waarin zij wordt geplaatst.

Deze regeling zal met de toelichting in de Staatscourant worden geplaatst.

*De Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap,  
E.E.W. Bruins*



## TOELICHTING

### Achtergrond

Op basis van het positieve advies van de Adviescommissie Nationaal Groeifonds (hierna: NGF) heeft het kabinet op 12 juli 2022 besloten tot een gefaseerde financiering voor de bouw van de zogenoemde Einstein Telescope (hierna: ET). Aan het project ET is een bijdrage van € 42 miljoen uit het NGF toegekend voor de voorbereidingsfase van het project (2022 – 2028). In deze voorbereidingsfase geldt een tweeledig doel. Het eerste doel is ervoor te zorgen dat de ET in de Euregio Maas-Rijn (hierna: EMR) wordt gebouwd. Over de definitieve locatie voor de bouw van de ET moet in Europees verband nog een keuze worden gemaakt. Een alternatieve locatie is Sardinië in Italië. De NGF-middelen zijn voor een deel bedoeld voor een haalbaarheidsstudie. Het tweede doel is dat het bedrijfsleven op een effectieve manier wordt betrokken. Deze regeling ziet op dit tweede doel.

De ET wordt een ondergrondse detector voor zwaartekrachtsgolven. In deze detector kunnen hoogwaardige krachtige laserstralen heen en weer kaatsen tussen ijskoude en trillingvrij opgehangen spiegels aan de uiteinden van kilometerslange ondergrondse tunnels. Die tunnels zullen ongeveer elk 10 kilometer lang zijn en bevinden zich 200 tot 300 meter onder de grond. Zwaartekrachtsgolven die de aarde passeren, veroorzaken minieme variaties of trillingen in die laserstralende spiegels. Die variaties kunnen wetenschappers met uiterst gevoelige interferometers onderzoeken. Uit voorlopig onderzoek lijkt de EMR-grensregio geologisch uitstekend geschikt om deze detector te huisvesten vanwege de uiterst stille en stabiele ondergrond. Daarbij ligt Zuid-Limburg midden in een technologie-regio met hoogwaardige onderzoeksinstituten en hightechindustrie onder meer geconcentreerd rond Aken, Eindhoven en Leuven. Juist dit laatste sluit aan bij het doel van deze regeling om ook te zorgen dat het bedrijfsleven betrokken gaat worden.

Investerings in de ET passen uitstekend in de nationale beleidscontext. Er ligt een bredere investeringsopgave voor onderzoeks- en innovatie ecosystemen, waardoor benodigde technologieën sneller en beter kunnen worden ontwikkeld én doorontwikkeld richting (markt)toepassingen. Voor de realisatie van de ET zijn uiterst geavanceerde instrumenten en technologieën nodig die nu nog in ontwikkeling zijn. Deze regeling richt zich op een aantal specifieke technologieën of technologiegebieden zoals die in deze regeling zijn vastgesteld. De lijst van technologiegebieden is tot stand gekomen in nauw overleg met betrokken wetenschappers en het Limburgs Instituut voor Ontwikkeling en Financiering (hierna: LIOF). LIOF voert de regeling uit namens de minister. Het zijn allemaal technologieën die uiteindelijk nodig kunnen zijn voor de realisatie van de ET.

### Wijziging

Deze regeling wijzigt de R&D-regeling technologiegebieden Einstein Telescope. Deze wijziging is benodigd voor de openstelling van de R&D-regeling voor subsidieaanvragen voor het technologiegebied Vacuümtechnologie. Binnen dit domein is er een specifieke uitdaging waarbij de inbreng van het bedrijfsleven is gewenst. Deze hoofdvraag van deze uitdaging is: 'Hoe bouwen we de 120 kilometer UHV vacuümbuizen voor de armen van de ET, die aan alle eisen voldoen?' Specifiek gaat het om de industrialisatie en proof-of-concept van een kostenefficiënte productie- en ondergrondse installatiestrategie, voor de vacuümsystemen van de ET op basis van een corrugated buisontwerp. Deze uitdaging wordt nader uitgewerkt in bijlage 7. Voor deze uitdaging is een bedrag van € 2.000.000,00 beschikbaar.

*De Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap,  
E.E.W. Bruins*