



# Landt ET in België?

Hans Plets

Concrete Day

9 november 2023

# Onderwerpen

- Kennismaking Eintelescoop
  - Wat?
  - Hoe?
  - Waarom?
  - Waar?
  - Wanneer?
- Status



A 3D visualization of spacetime curvature. The background is a dark blue grid that warps into a deep well. Two Earth-like spheres are positioned in the center of the well. The word "Wat?" is written in yellow text in the center of the well.

Wat?

L'Echo 04.05.2021

## Le télescope Einstein, un "mini-Cern" très prisé



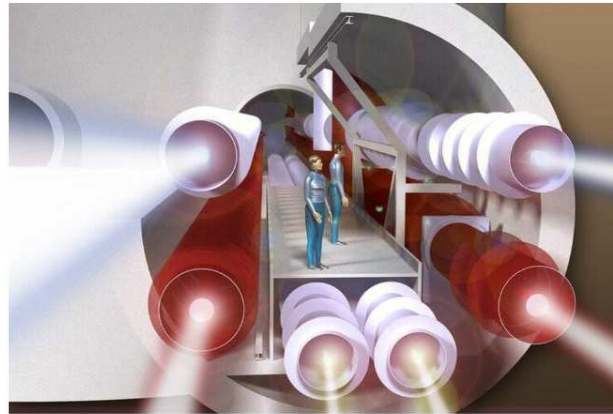
Le Centre spatial de Liège (CSL) est impliqué dans les travaux préparatoires du projet de télescope souterrain Einstein. ©Valentin Bianchi / Hans Lucas

OLIVIER GOSSET | 04 mai 2021 01:15

L'Euregio Meuse-Rhin veut pousser ses entreprises à participer au projet de télescope souterrain Einstein, une aventure technologique à près de deux milliards d'euros.

**C'**est une belle initiative scientifique de près de 2 milliards d'euros qui pourrait atterrir près de la région liégeoise. L'Euregio Meuse-Rhin, à cheval sur la Belgique, les Pays-Bas et

HBVL 07.05.2022



© Einstein Telescope.nl

## Geloof in Einstein Telescoop in Limburg groeit: "Dit onderzoek zal ons wereldbeeld veranderen"

Hasselt - Ontdekken we diep onder onze voeten straks de geheimen van het heelal? Nu Nederland bijna een miljard euro heeft gereserveerd voor de Einstein Telescoop, groeit het geloof dat de Euregio het brandpunt kan worden van baanbrekend wetenschappelijk

Het Nieuwsblad 21.10.2020

## Euregio bereidt zich voor op komst Einstein Telescoop

Hasselt/Luik

Europa heeft het startschot gegeven voor een grondig bodemonderzoek in de Euregio naar aanleiding van de komst van de Einstein Telescoop. Twee locaties zijn nog in de running: het drielandenpunt en Sardinië.

In 2025 start misschien het grootste project ooit in de Euregio Maas-Rijn. Het drielandenpunt tussen Luik, Aken en Maastricht is dus naast Sardinië een stevige kandidaat om straks de Einstein Telescoop te bouwen. Dit ondergrondse observatorium zal zwaartekrachtgolven meten. Dat gebeurt 200 tot 300

NEWS | 03 May 2023

Nature 03.05.2023

## 'Einstein' telescope high on Europe's astronomy wish list

A massive gravitational-wave detector and the new solar telescope are among the priorities on funders' latest roadmap.

Katharine Sanderson

HLN 16.05.2022

## Haalt Limburg de 'Einsteintelecoop' binnen? Unizo ijvert: "Zou minstens 1.500 Limburgse jobs opleveren"

**LIMBURG** Als de politiek mee wil, en de concurrentiestrijd met regio Sardinië in ons voordeel valt, staat er op termijn een 'Einsteintelecoop' in Limburg. Dat is een telescoop die zwaartekrachtgolven detecteert en bestudeert waar baanbrekende technologie uit kan voortvloeien. De Limburgse ondernemerswereld pookt nu de politiek nog eens aan om het monsterproject van 2 miljard euro naar onze provincie te halen.

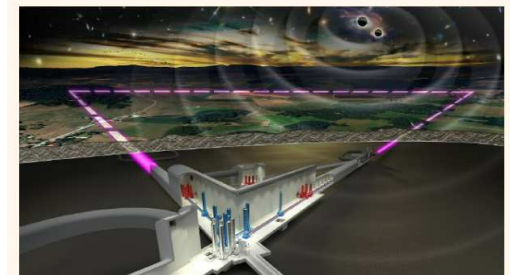
Marco Mariotti 16-05-22, 17:57 Laatste update: 16-05-22, 18:06

VRT-journaal 01.06.2023



De Tijd 05.05.2022

## 'Vlaanderen moet trekker zijn in bouw Einstein Telescoop'

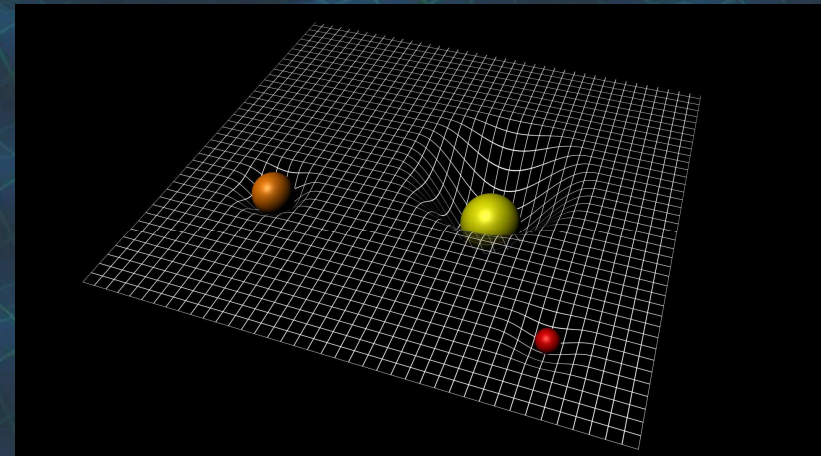


Een render van de Einstein Telescoop van de universiteit van Luik.

FRECK EVERS | 05 mei 2022 15:27

# De vreemde wereld van de relativiteitstheorie...

1. **Ruimtetijd** – ruimte en tijd zijn niet onafhankelijk van elkaar
2. **Elastisch weefsel** – ruimtetijd is geen louter wiskundige constructie, maar een echt fysisch object
  - Ruimtetijd kan uitrekken, samenballen, krommen, trillen, ...
  - Er bestaat geen absolute klok die 'de' tijd aangeeft, ruimte is geen onzichtbaar omhulsel
3. **'Zwaartekracht' is vervorming van ruimtetijd** –  
“Ruimtetijd vertelt massa hoe te bewegen,  
massa vertelt ruimtetijd hoe te krommen”
  - Analogie: zware bal die trampolinezeil indeukt



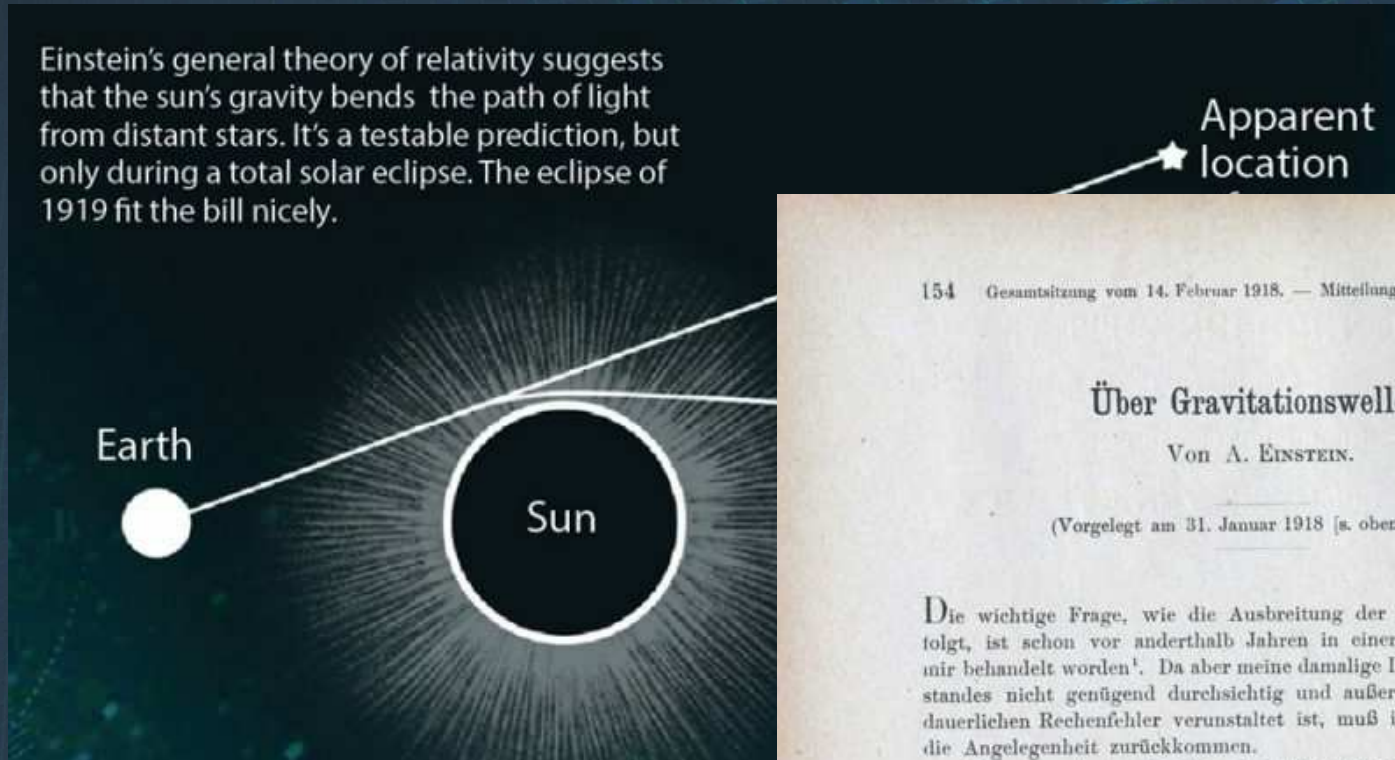
# Gevolgen van de relativiteitstheorie

1. Hemellichamen buigen lichtstralen af -> expeditie van Eddington in 1919

New York Times, 10 november 1919

2. Einstein's general theory of relativity suggests that the sun's gravity bends the path of light from distant stars. It's a testable prediction, but only during a total solar eclipse. The eclipse of 1919 fit the bill nicely.

- 4.



Science More or Less  
Over Results of Eclipse  
Observations.

IN THEORY TRIUMPHS

ot Where They Seemed  
re Calculated to be,  
Nobody Need Worry.

FOR 12 WISE MEN

in All the World Could  
end It, Said Einstein When  
ng Publishers Accepted It.

initial surface

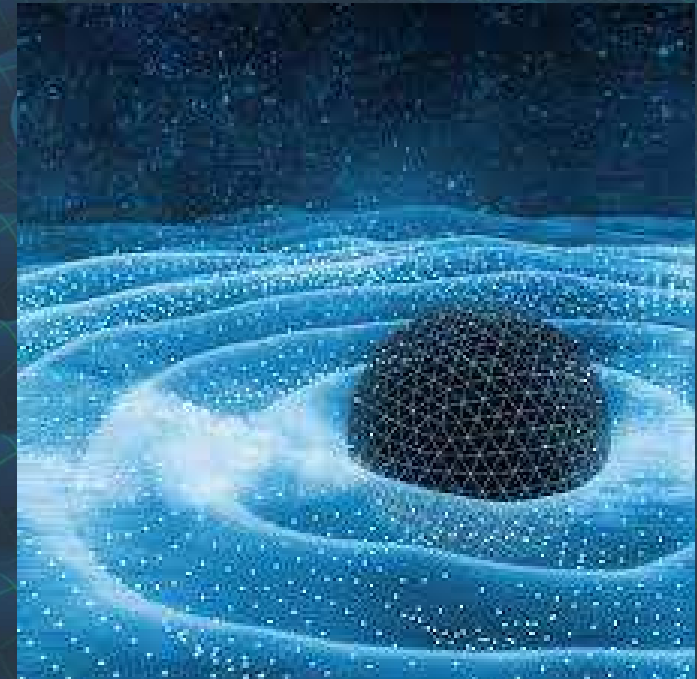
# Zwaartekrachtgolven

- Relativiteitstheorie: objecten die versnellen doen de ruimtetijd trillen

- Trillingen = 'zwaartekrachtgolven'
- Transporteren energie
- Bewegen met lichtsnelheid
- Ruimtetijd is extreem rigide:

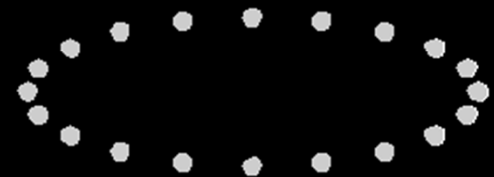
$$G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

Kromming  
ruimtetijd =  $10^{-43}$  Massa/energie



-> Focus op hevigste verschijnselen – bv. botsing van 2 compacte objecten

**wave  
travelling  
perpendicular  
into the screen**





# Können wir Gravitationswellen messen?

- Einstein selbst in dubio

688 Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse vom 22. Juni 1916

## Näherungsweise Integration der Feldgleichungen der Gravitation.

VON A. EINSTEIN.

ein. Man erhält aus ihm also die Ausstrahlung  $A$  des Systems pro Zeiteinheit durch Multiplikation mit  $4\pi R^2$ :

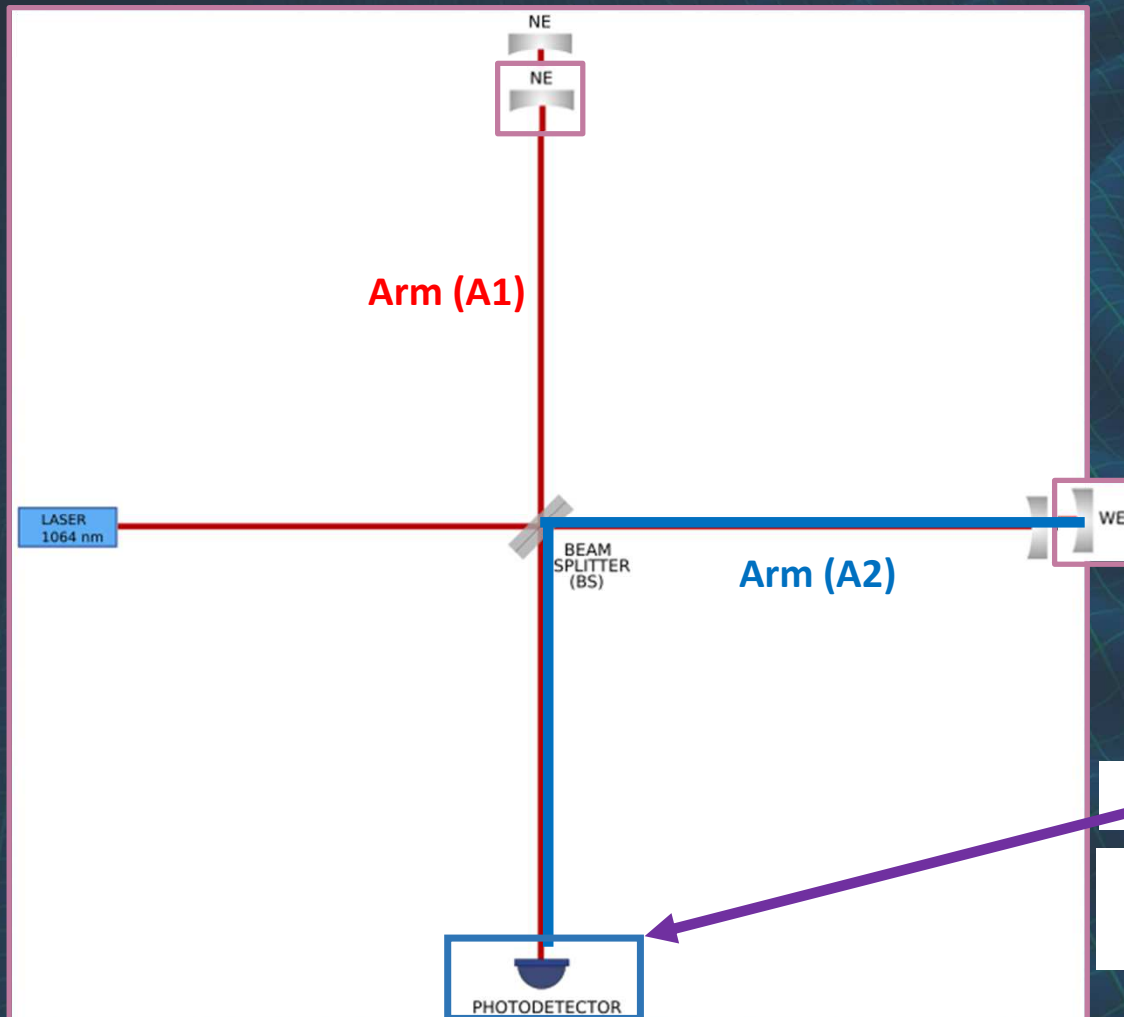
$$A = \frac{\kappa}{24\pi} \sum_{\alpha\beta} \left( \frac{\partial^3 J_{\alpha\beta}}{\partial t^3} \right)^2. \quad (21)$$

Würde man die Zeit in Sekunden, die Energie in Erg messen, so würde zu diesem Ausdruck der Zahlenfaktor  $\frac{1}{c^5}$  hinzutreten. Berücksichtigt man außerdem, daß  $\kappa = 1.87 \cdot 10^{-27}$ , so sieht man, daß  $A$  in

allen nur denkbaren Fällen einen praktisch verschwindenden Wert haben muß.

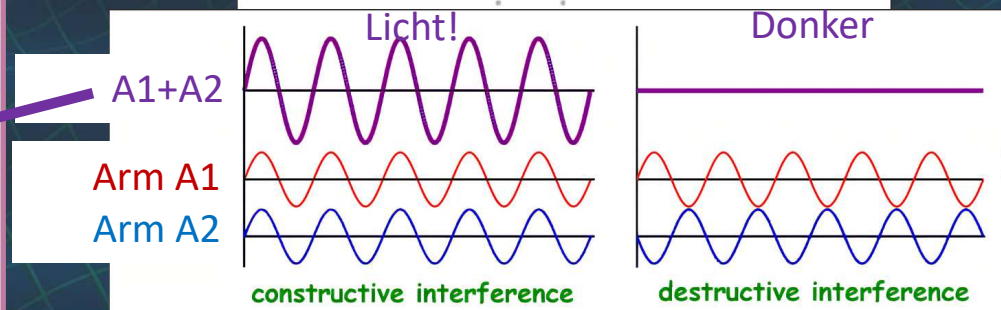
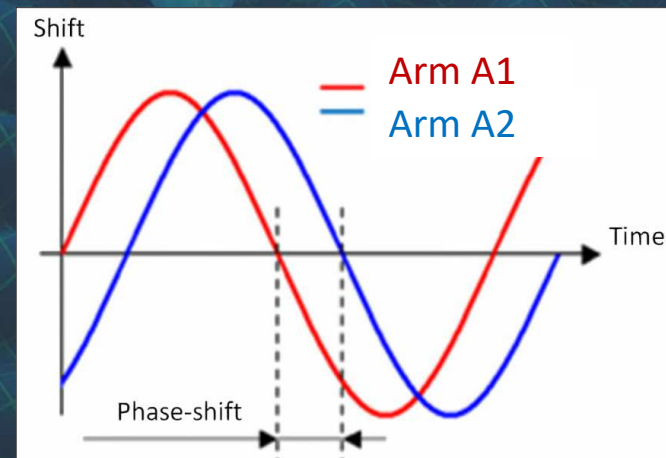
# Meetprincipe zwaartekrachtgolven

- Gebaseerd op 'oud' meetprincipe: **interferometer van Michelson** (1887)

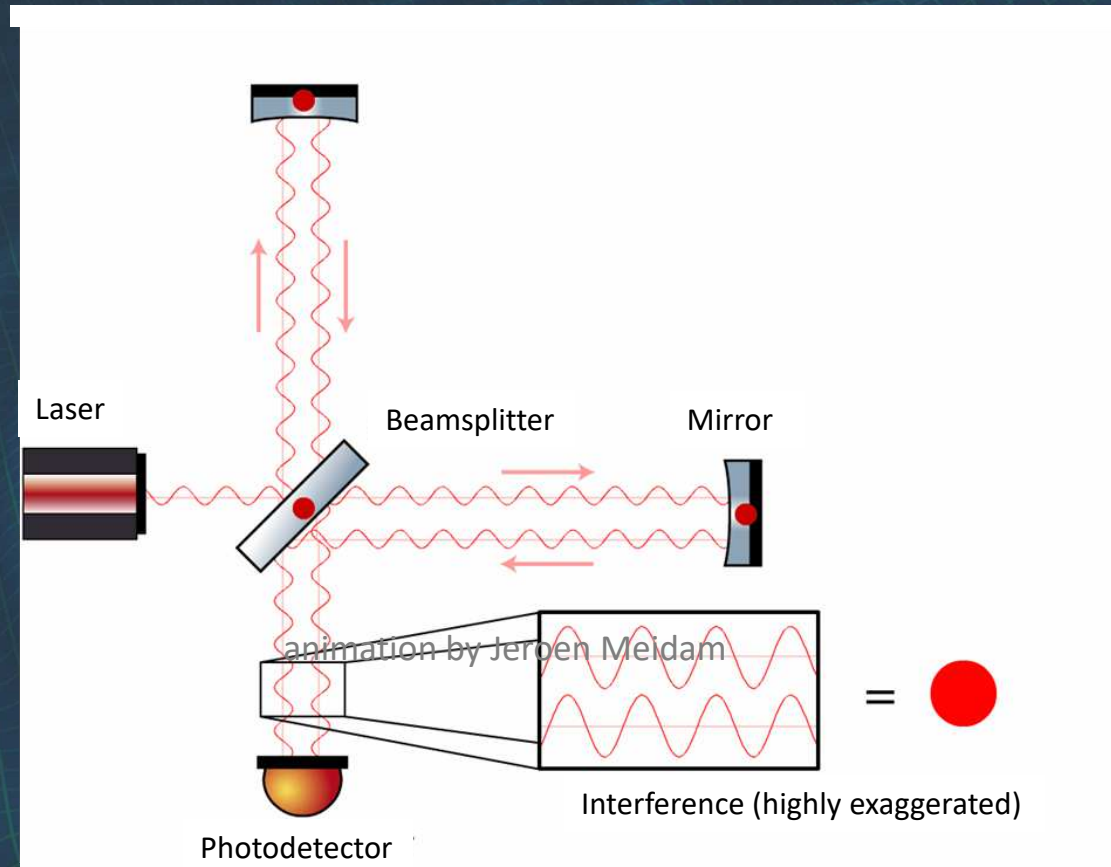


Gravatiegolf -> lengte A1 en A2 veranderen

-> Lichtgolven ondergaan **faseverandering**

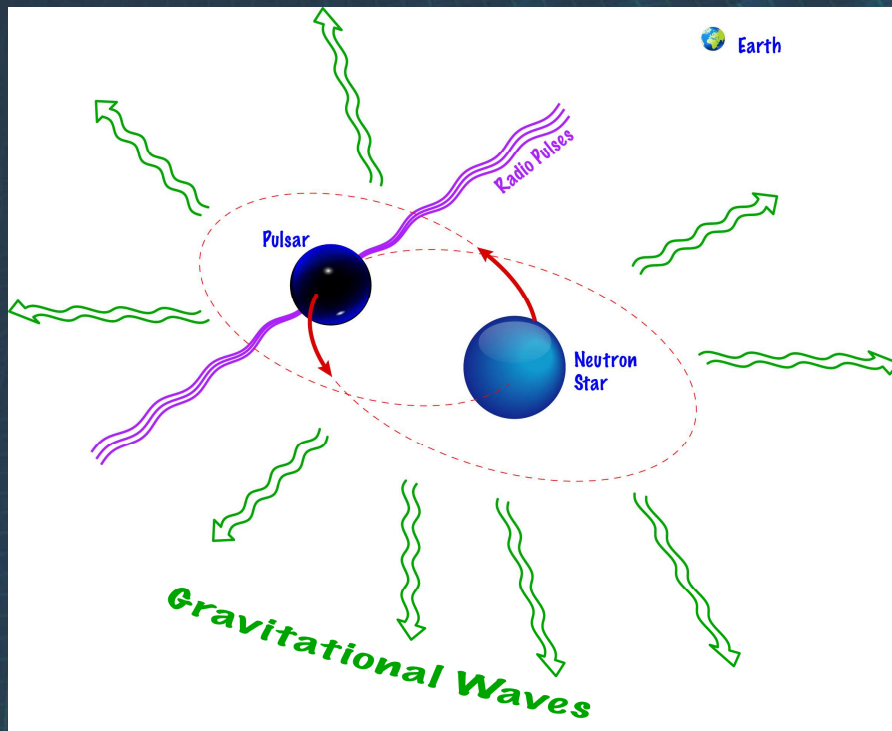


# Meetprincipe zwaartekrachtgolven



# Op naar de eerste detectie

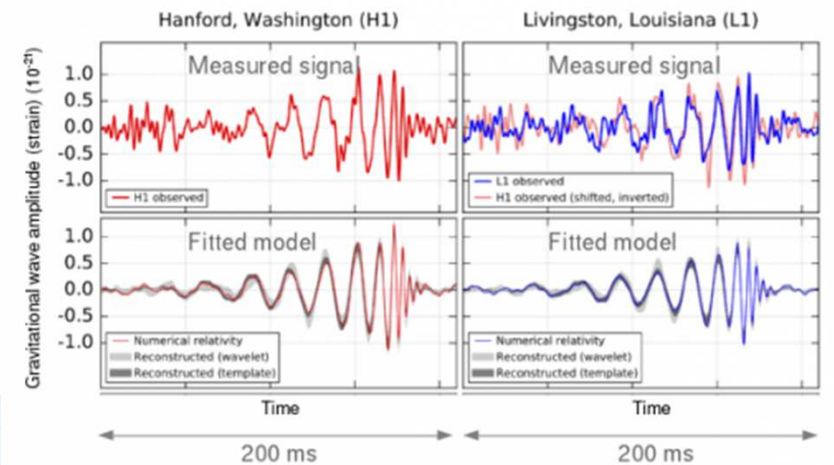
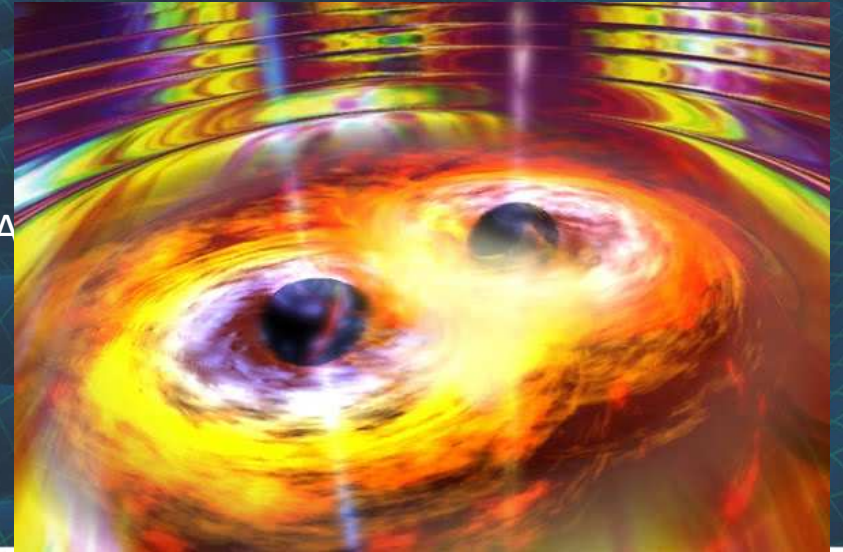
- **Eerste aanwijzing:** 1974: baan van neutronensterren PSR 1913+16

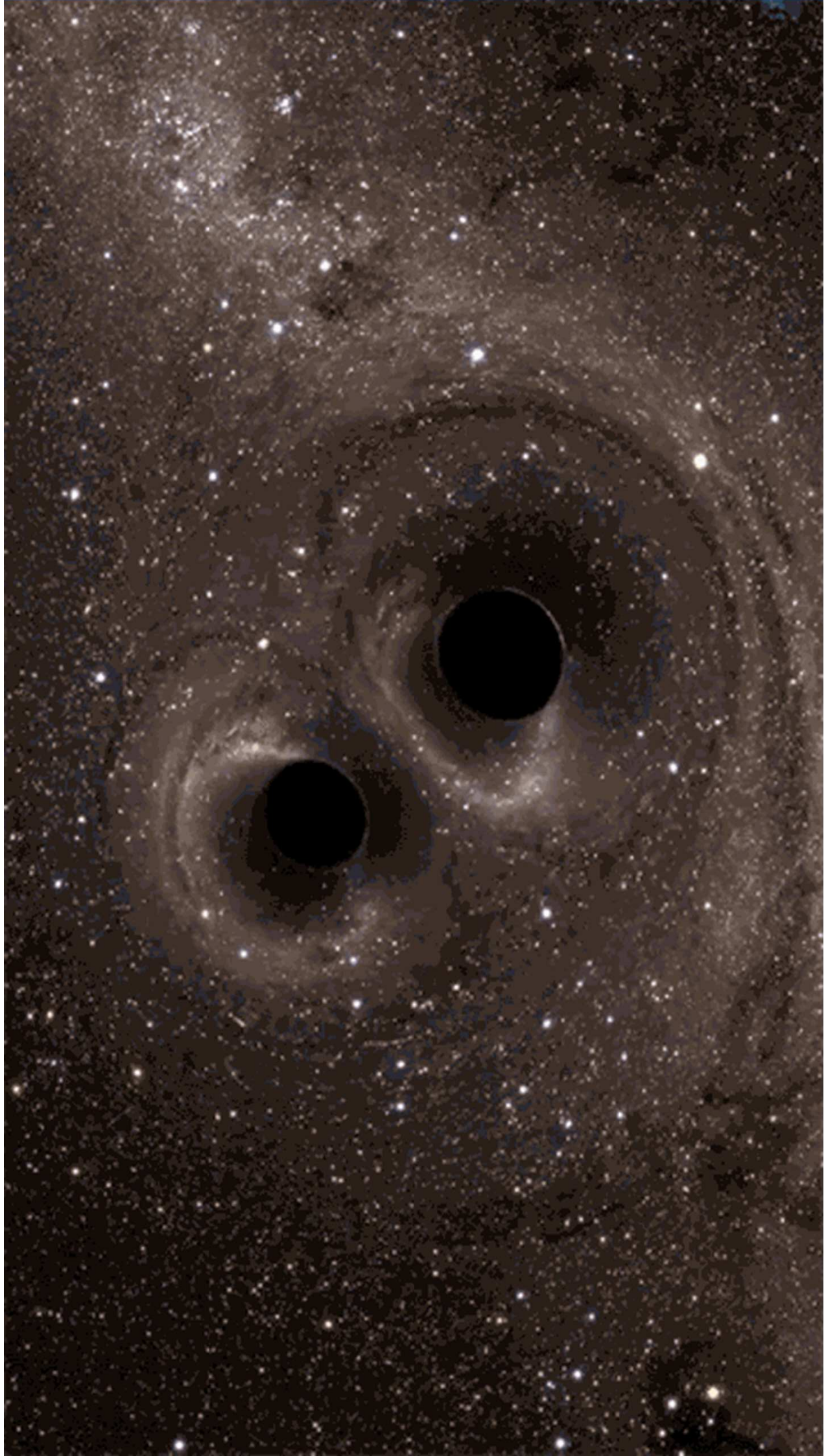


Hulse & Taylor, Nobelprijs 1993

# Op naar de eerste detectie

- **Eerste zwaartekrachtgolfdetector: LIGO (VS – Hanford & Livingston)**
  - 2002-2010: niets...
  - Upgrade naar zwaartekrachtgolfdetector van de **2<sup>de</sup> generatie**: 'Advanced LIGO'
- **14.09.2015, 'GW150914'**: eerste detectie zwaartekrachtgolven!
  - Samensmelting 2 zwarte gaten op 1,3 miljard lichtjaar
  - Laatste 0,2 seconde van de botsing gemeten
  - Beginmassa's: 36 en 29  $M_{\text{zon}}$ , eindmassa: 62  $M_{\text{zon}}$ 
    - > 3  $M_{\text{zon}} c^2$  uitgestraald als GW, piekvermogen =  $3.6 \times 10^{49}$  W
- Ca. 1-2 detecties per week







KUNGL.  
VETENSKAPS-  
AKADEMIEN

THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES

[English](#)

[English \(pdf\)](#)

[Swedish](#)

[Swedish \(pdf\)](#)

# Press Release: The Nobel Prize in Physics 2017

3 October 2017

The Royal Swedish Academy of Sciences has decided to award the Nobel Prize in Physics 2017 with one half to

**Rainer Weiss**

LIGO/VIRGO Collaboration

and the other half jointly to

**Barry C. Barish**

LIGO/VIRGO Collaboration

and

**Kip S. Thorne**

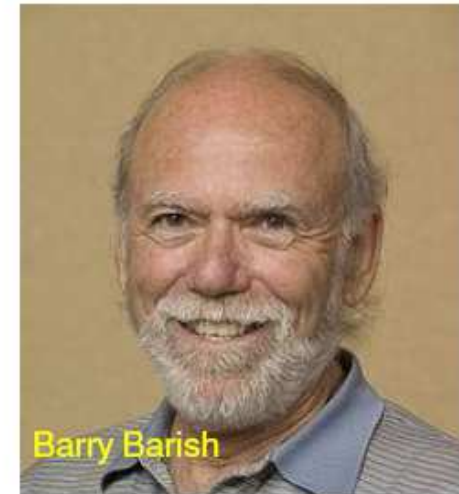
LIGO/VIRGO Collaboration



**Rai Weiss**



**Kip Thorne**



**Barry Barish**

# Overzicht van huidige detectoren

Advanced LIGO  
Hanford



GEO600



Advanced LIGO  
Livingston



Advanced Virgo

Advanced LIGO  
INDIA



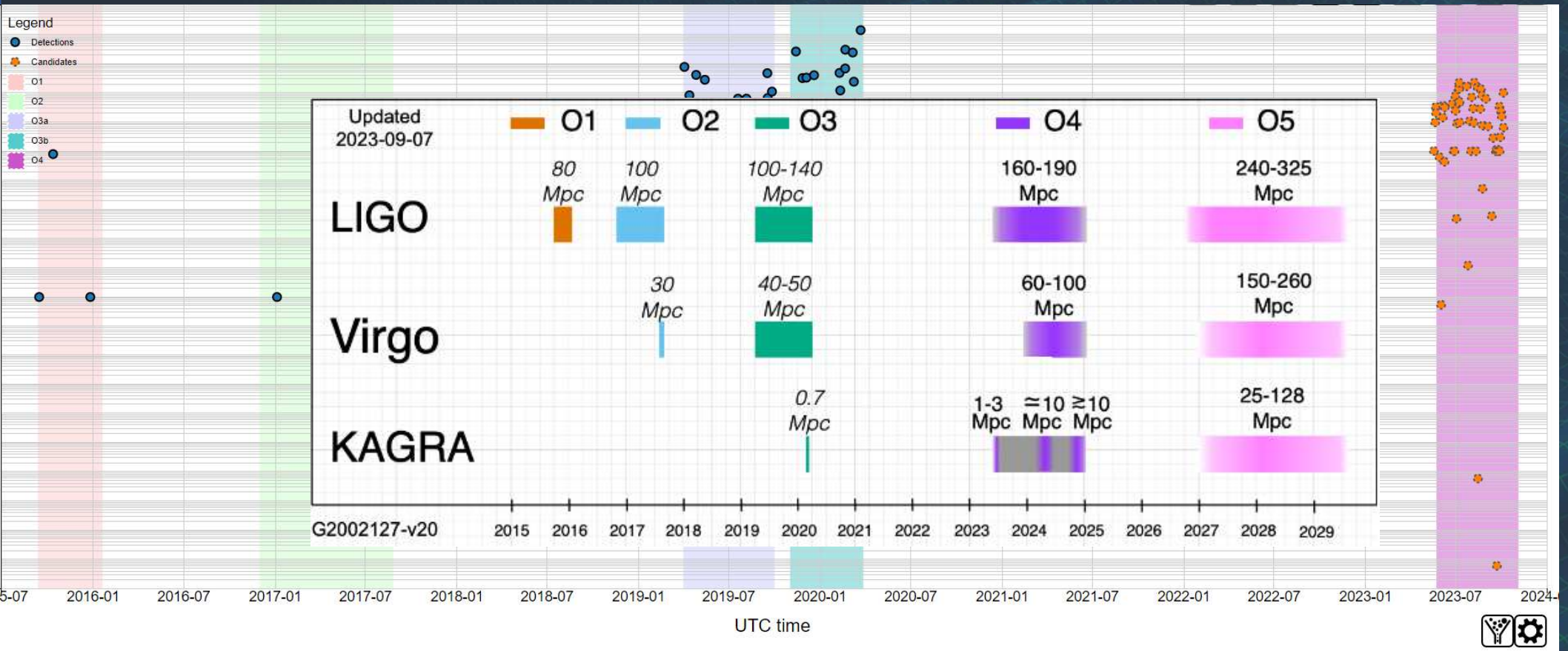
KAGRA



# Visuele impressie



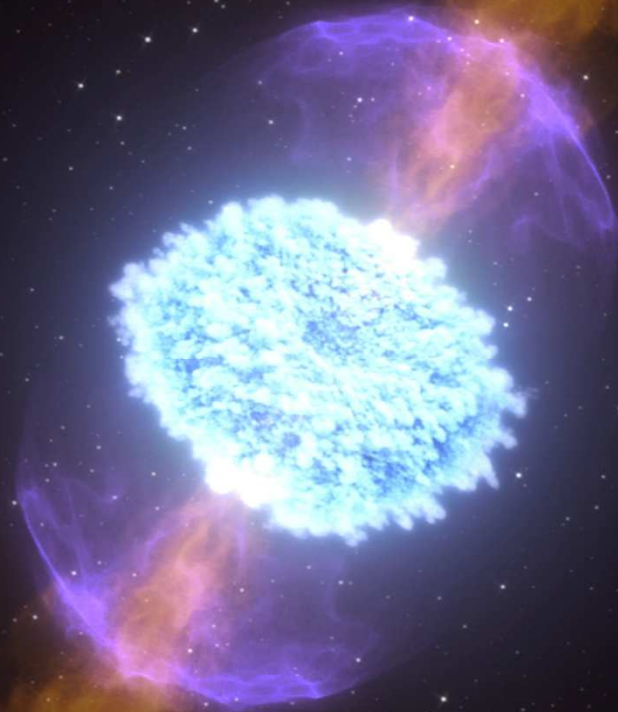
# Wat hebben we tot dusver gemeten?



■ > 90 samensmeltingen van compacte objecten

- Zwart gat – zwart gat / zwart gat – neutronenster / **neutronenster – neutronenster**

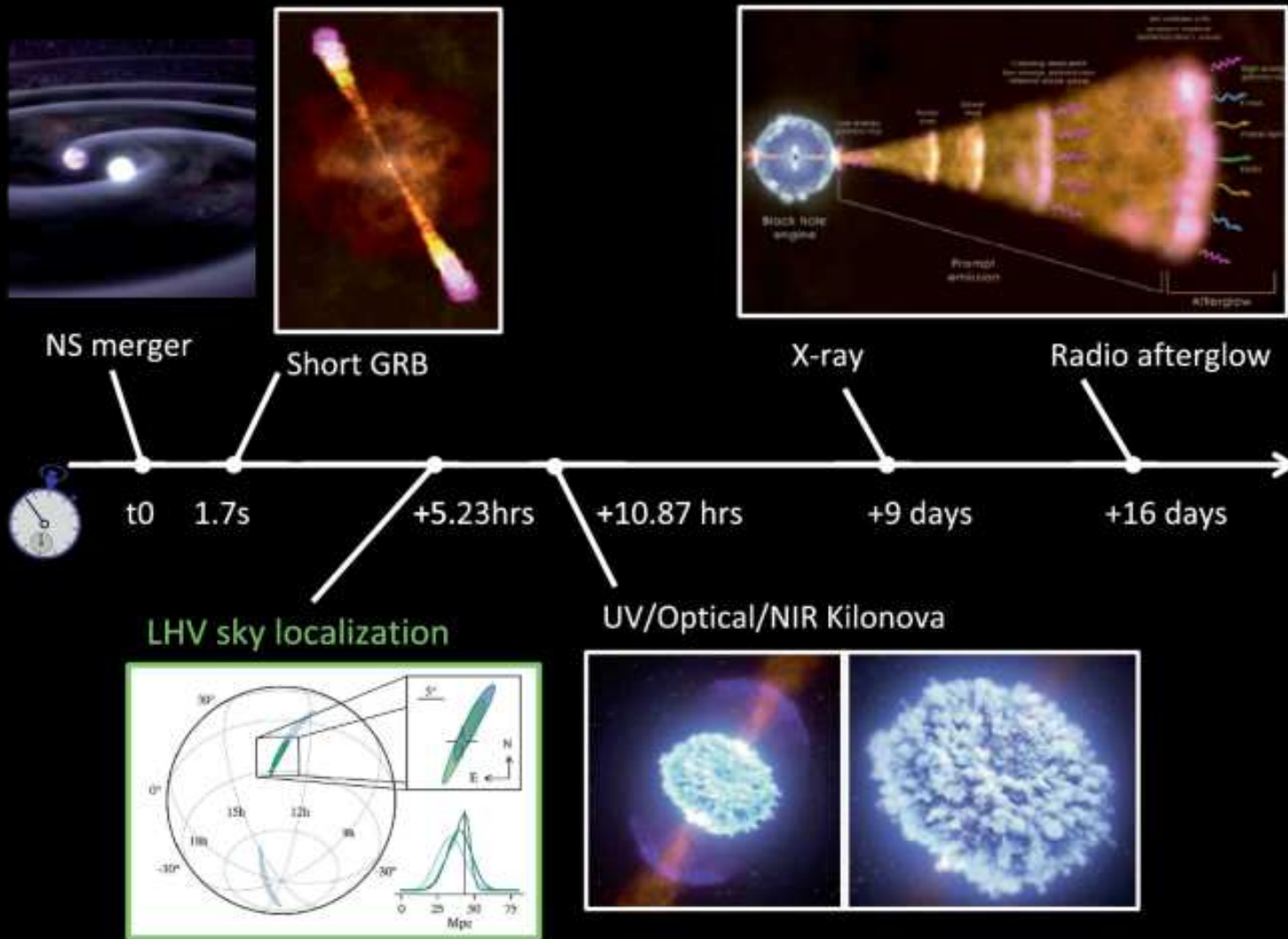
GW170817



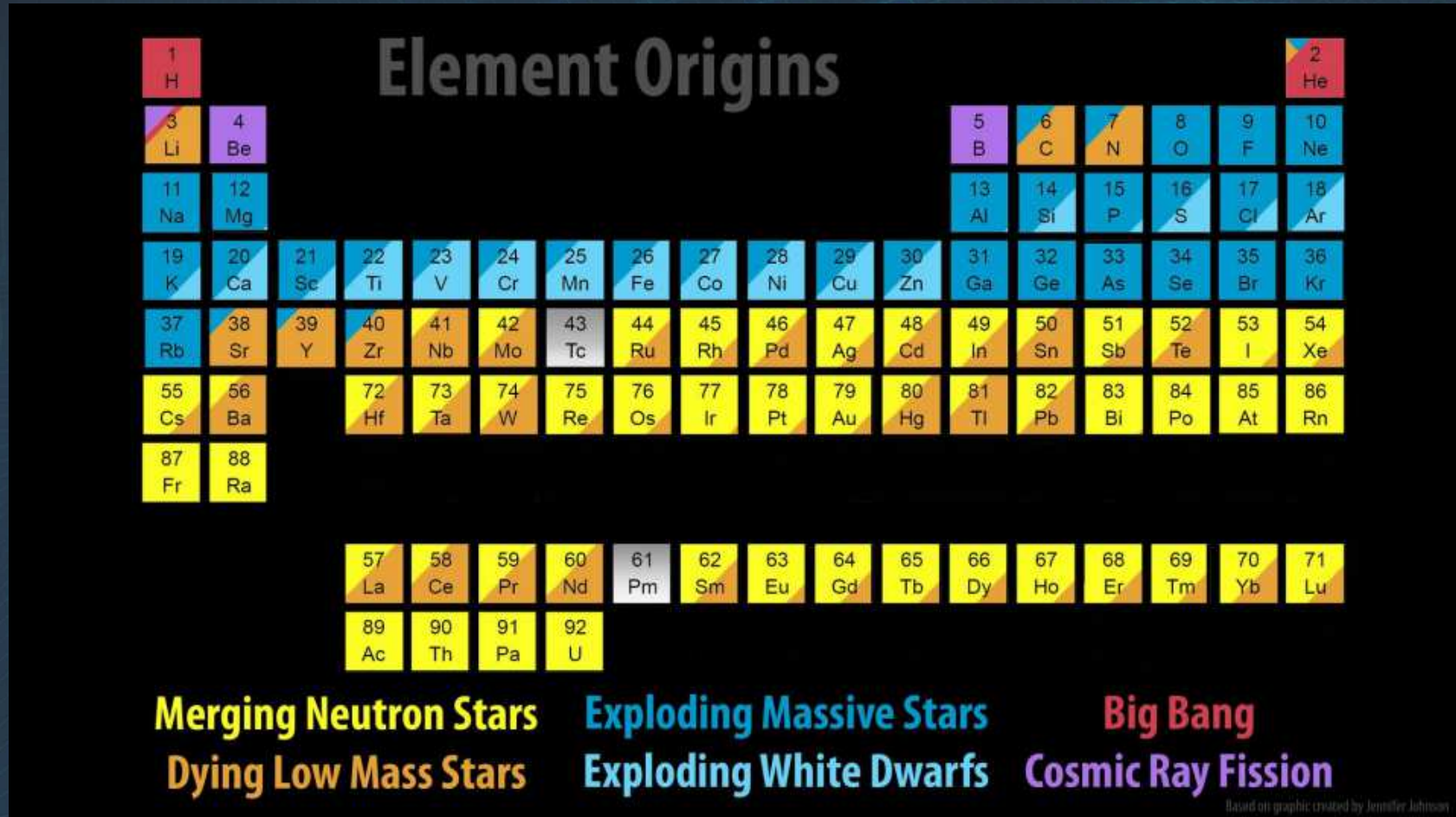
# GW170817

- Gemeten door
  - Advanced **LIGO** and Advanced **Virgo** op 17 augustus 2017, vandaar GW170817
  - Fermi **Gamma-ray** Burst Monitor: GRB 170817A, 1,7 sec later
  - Bright **optical** transient (AT 2017gfo) in NGC 4993, ~11 uur later
  - Ook metingen in UV, IR, X-ray, radio
- Interpretatie: **samen-smelting 2 neutronensterren**, gevolgd door een **gamma-ray burst** en een **kilonova**

# GW170817



GW170817

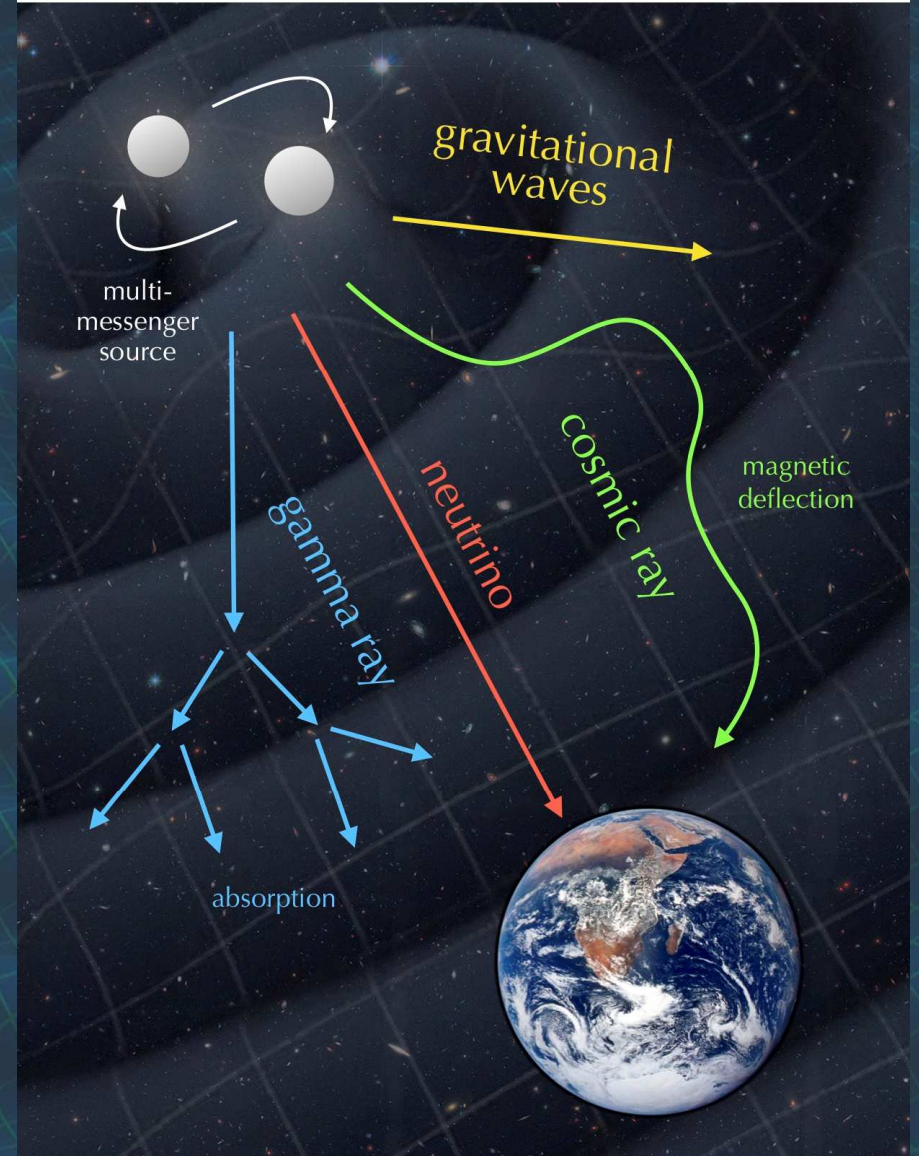
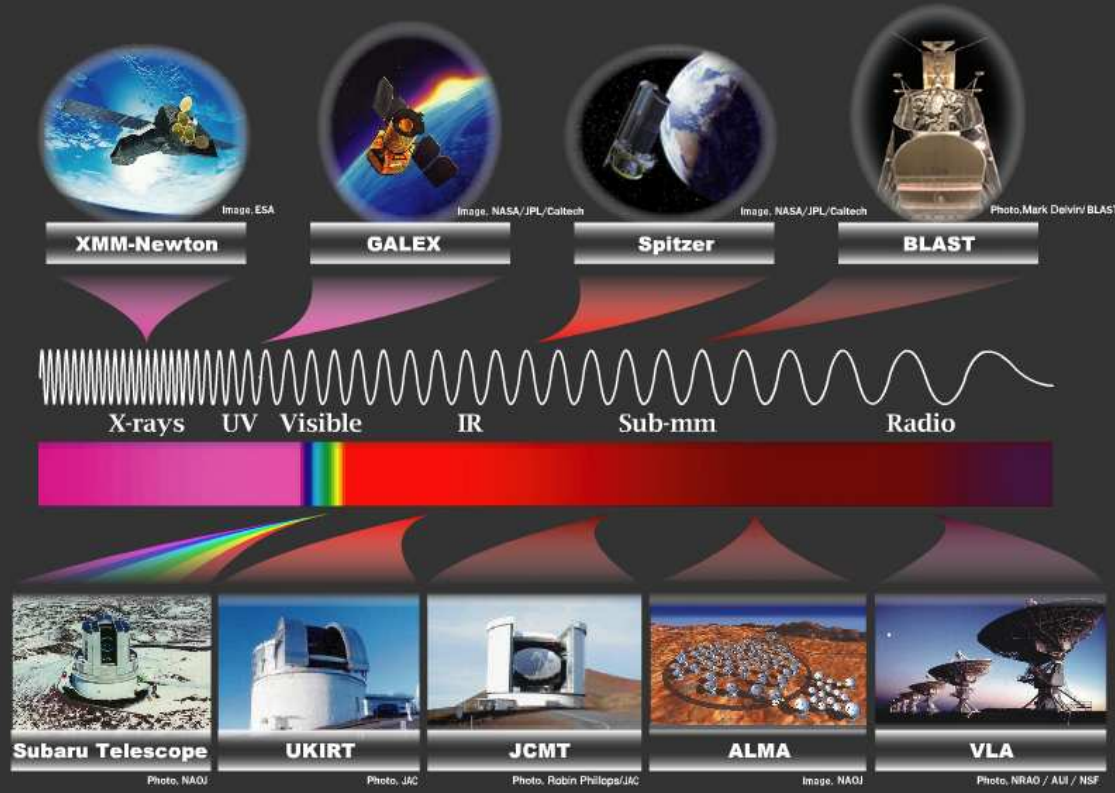


# Multimessengerastronomie

- EM straling, neutrino's, zwaartekrachtsgolven, kosmische straling, ...
- **SN 1987A**: neutrino's + zichtbaar licht
- **GW170817**
  - “Multi-messenger Observations of a Binary Neutron Star Merger”: ~4000 auteurs

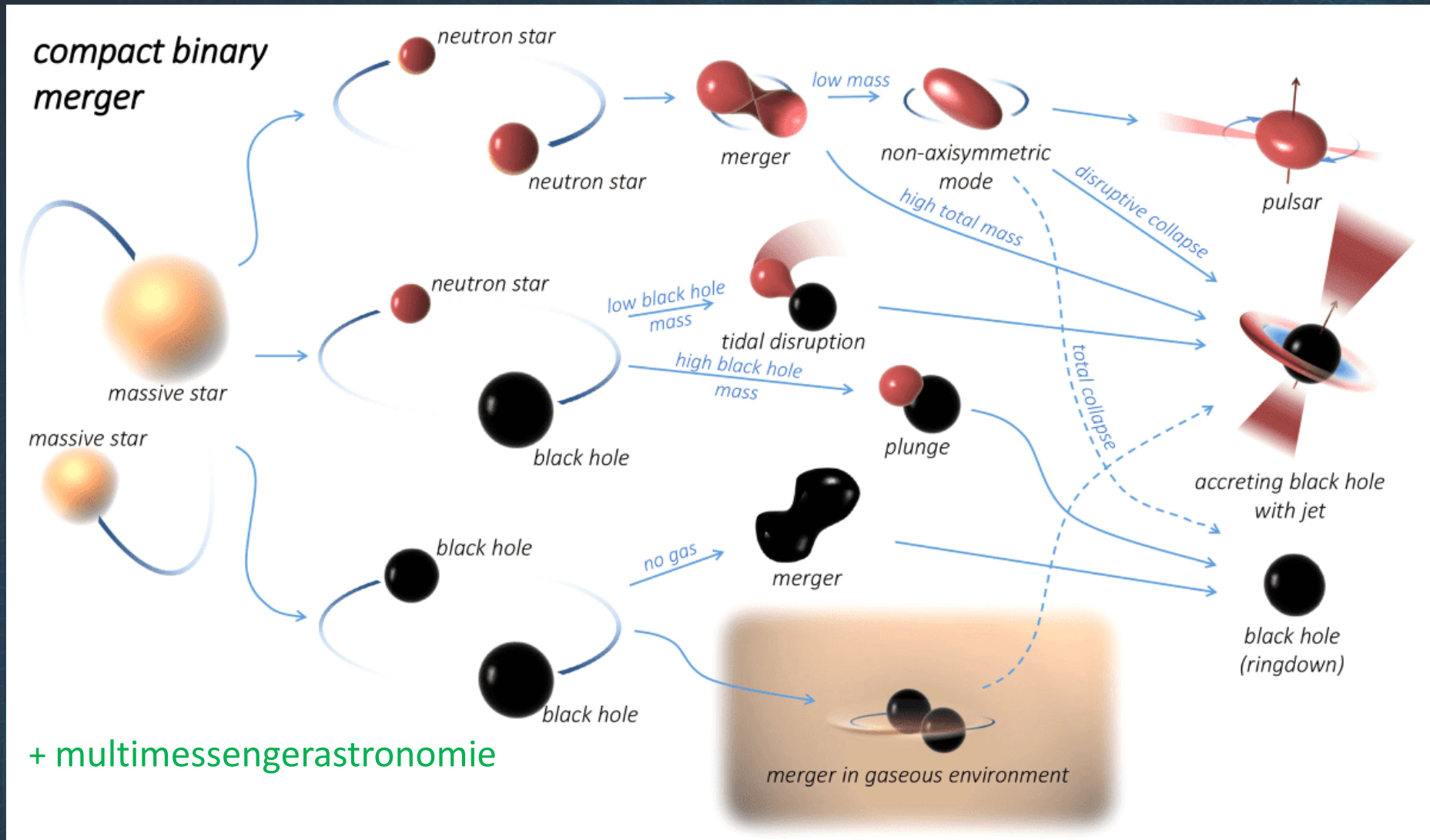
# Multimessengerastronomie

Multiwavelength Observations of the Subaru/XMM-Newton Deep Survey Field



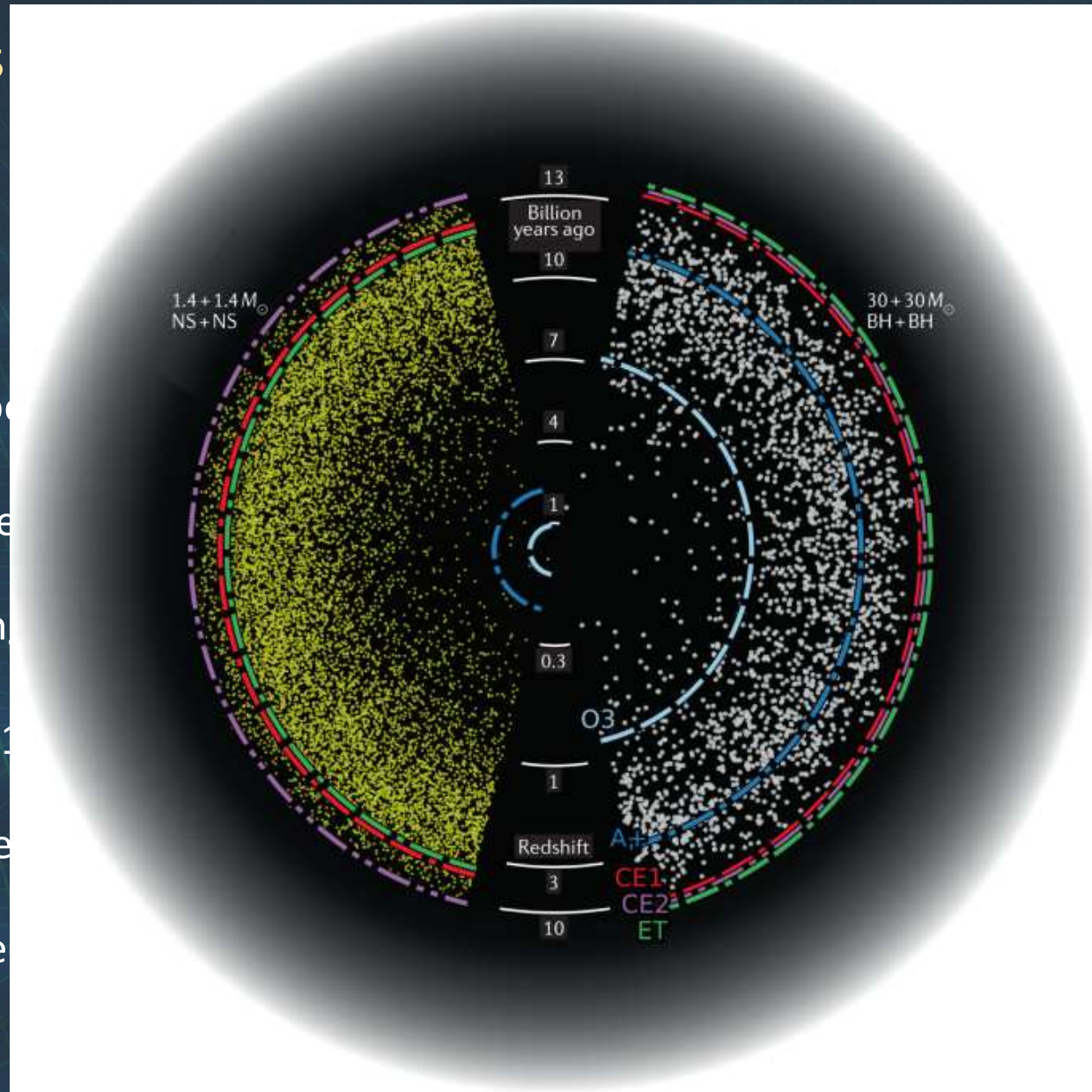


# Wetenschappelijke waarde GW-detecties

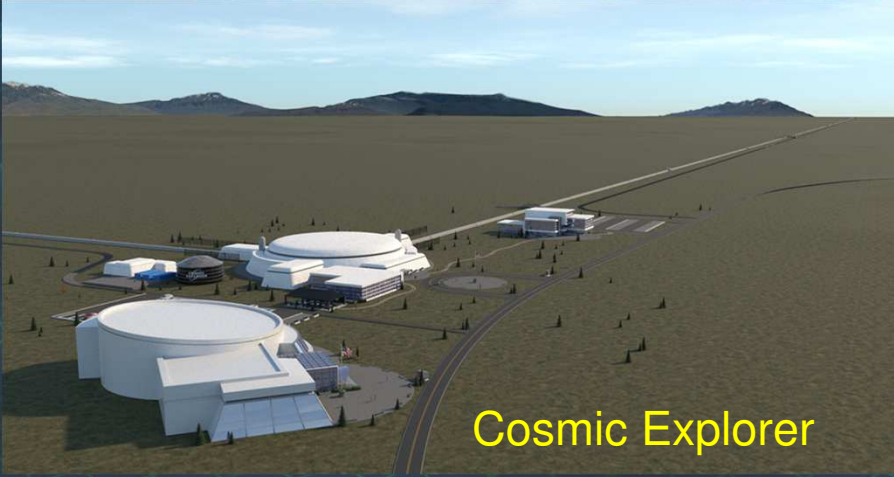
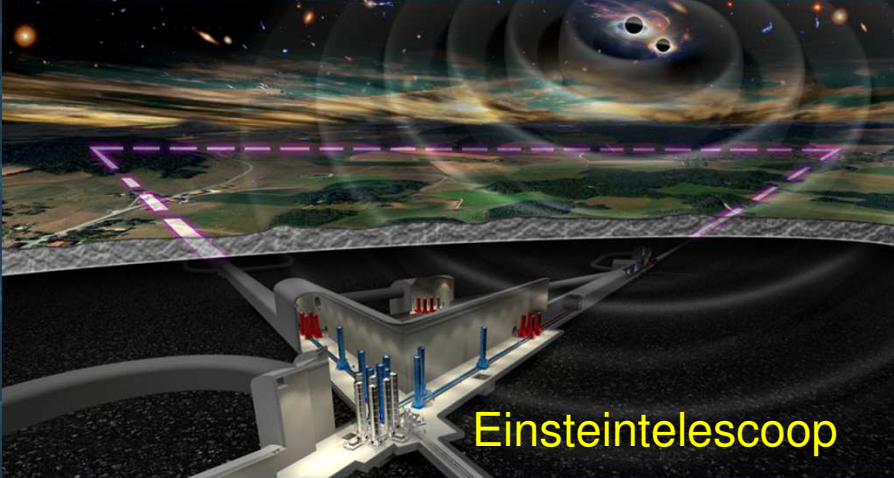
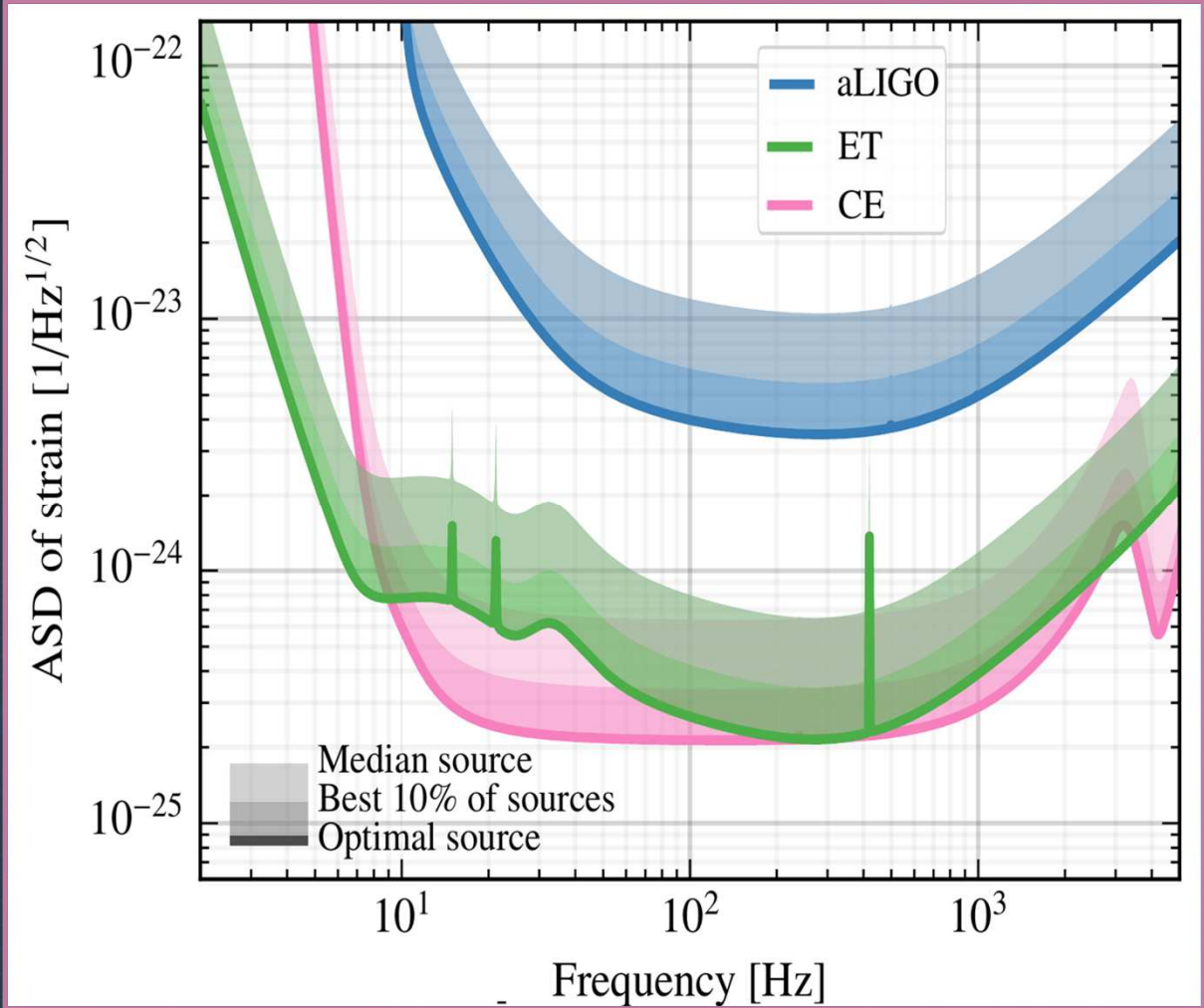


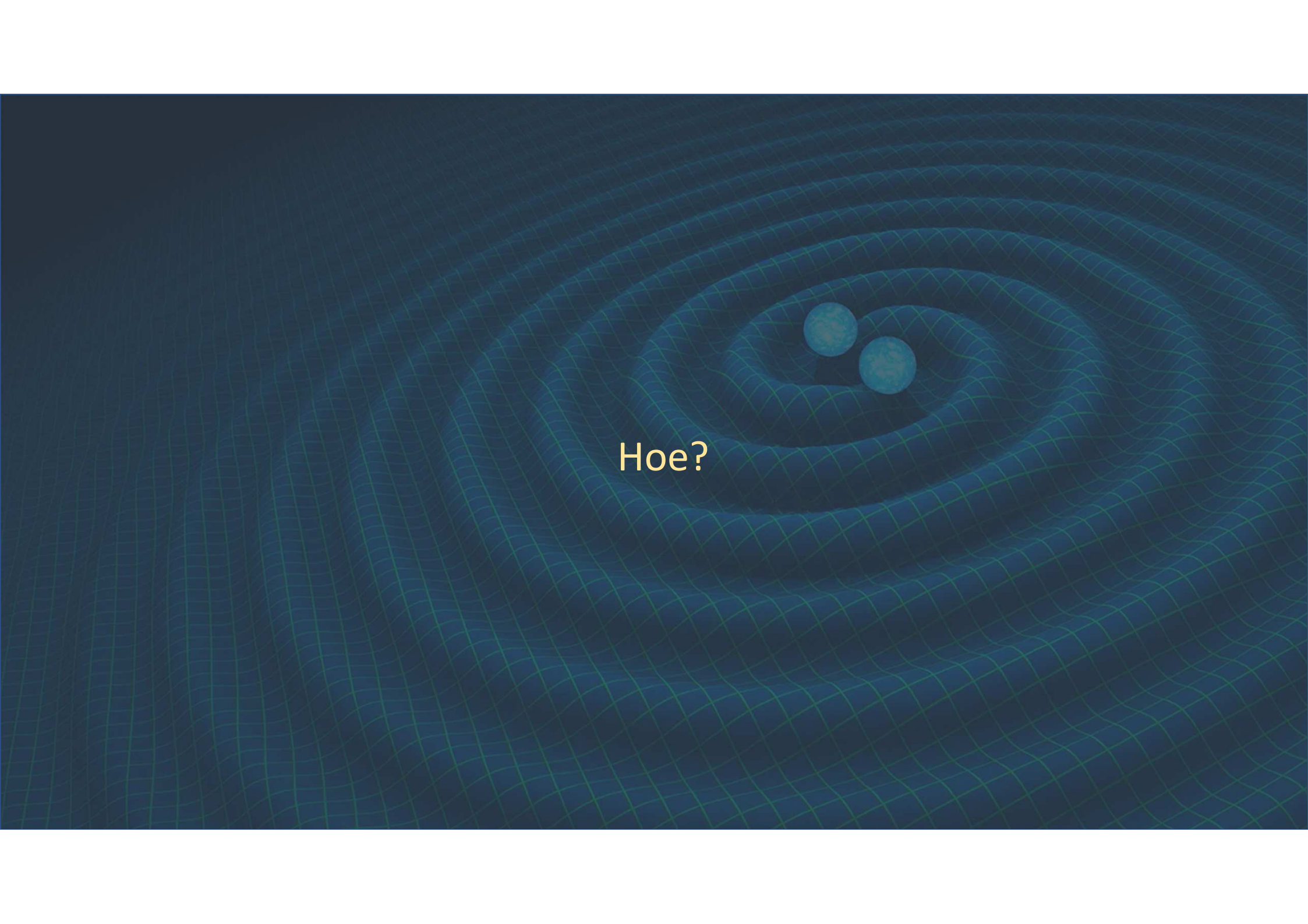
# Niet slecht, maar alles

- Wat verbeteren?
  1. **Te lokaal**
  2. Wetenschappelijke scope
- LIGO, Virgo & KAGRA upgrade
  - Fysieke beperking: boven
- Enter de **Einsteintelecoop** – 1
  1. 10 x gevoeliger instrume
  2. Uitbreiding naar lage fre



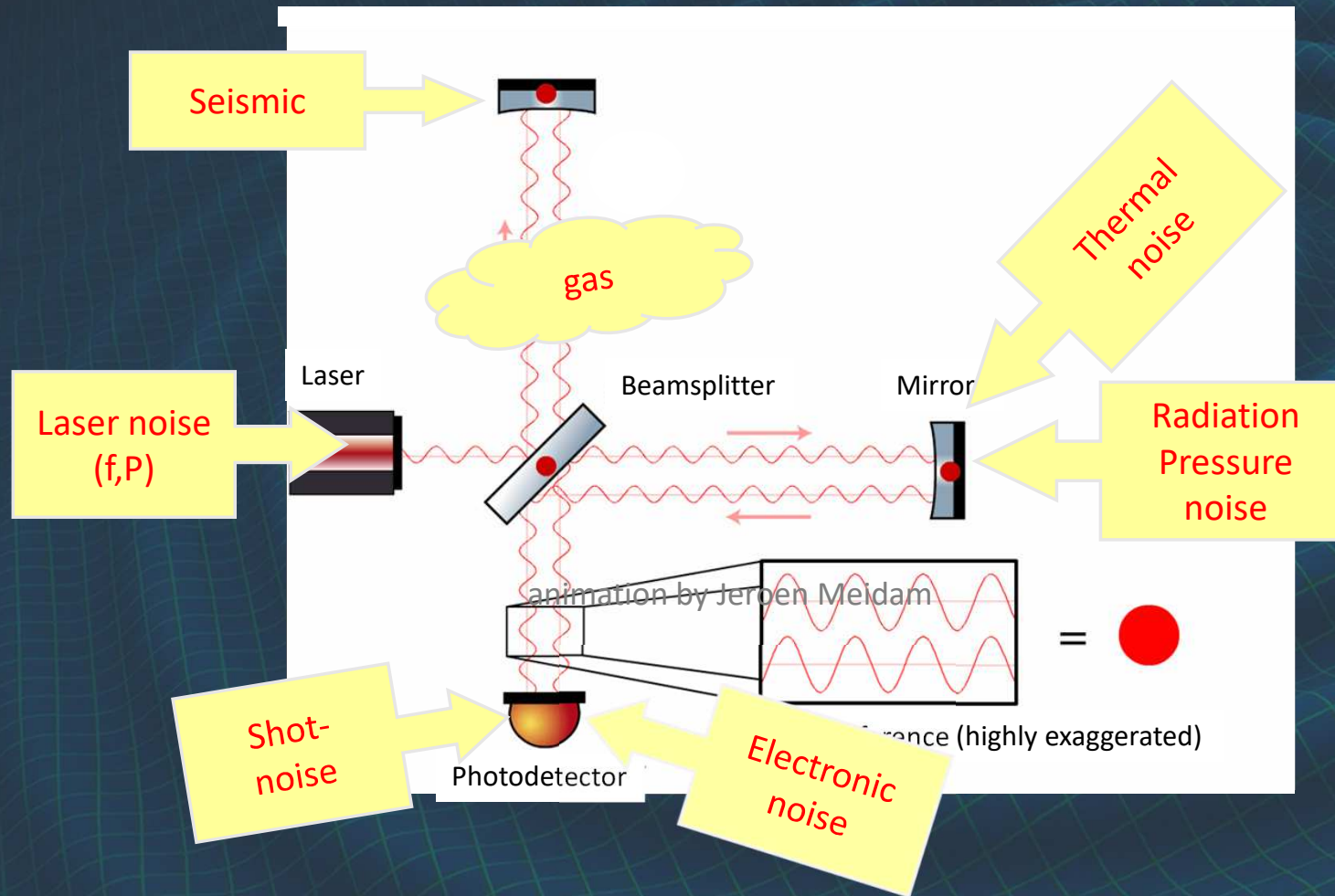
# De Einsteintelecoop



A 3D visualization of spacetime curvature. The background is a dark blue grid that forms a deep well in the center. Two small, blue and white spheres, resembling Earth, are positioned at the bottom of the well. The text "Hoe?" is written in a light yellow font in the center of the well.

Hoe?

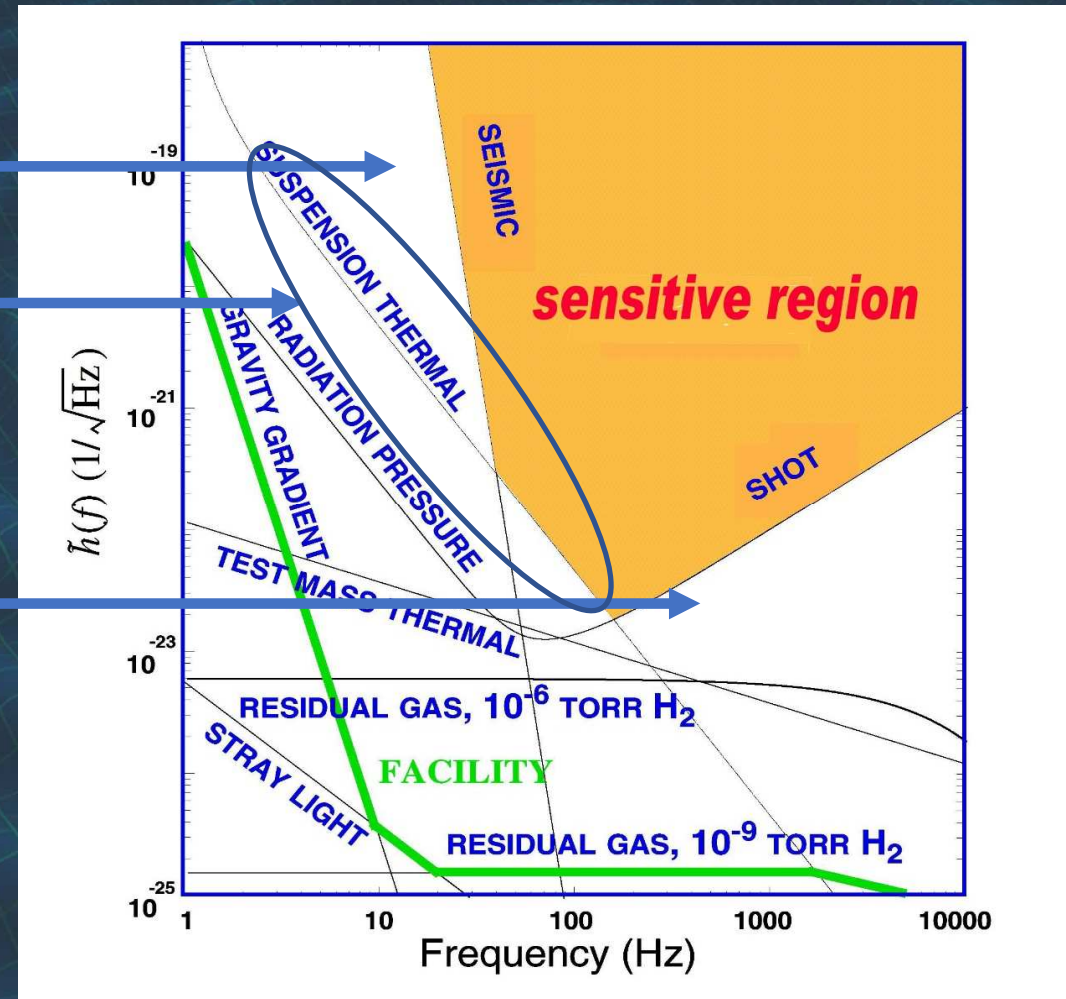
# Zwaartekrachtgolfdetectie als signaal-ruisprobleem



Credits: Joris Van Heijningen, UCLouvain; Harald Lück, Leibniz Universität Hannover

# Zwaartekrachtgolfdetectie als signaal-ruisprobleem

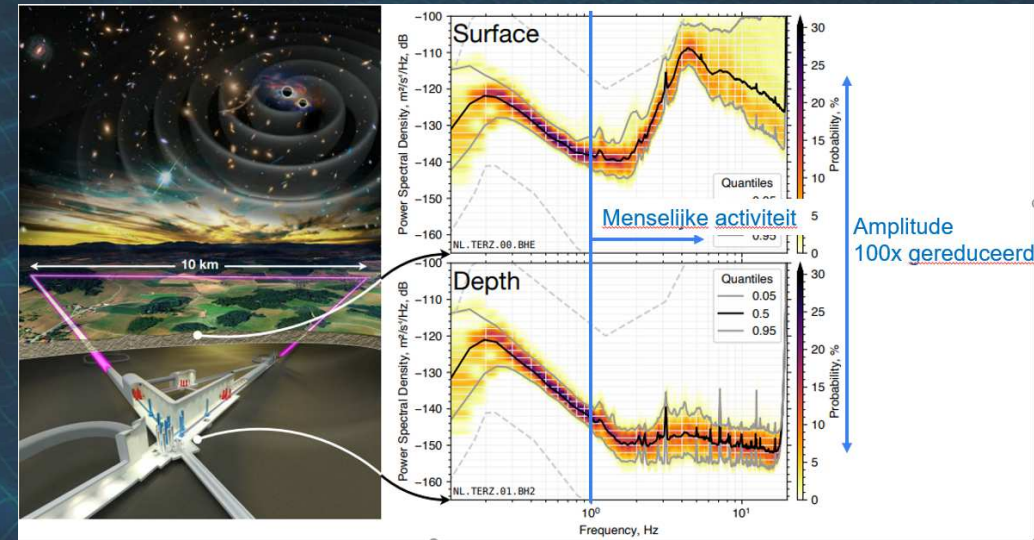
- Seismiek & trillingen zijn limiet bij **lage frequenties**
- Atomaire trillingen (Thermische Ruis) binnen de componenten limiteren de **middenfrequenties**
- Quantum eigenschappen van licht (Shot Noise) limiteren bij **hoge frequenties**
- ...



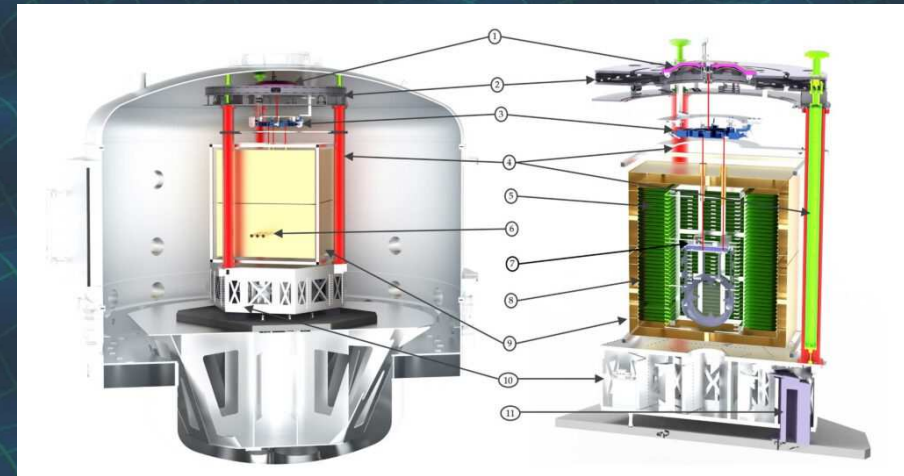
Credits: Nick van Remortel, UAntwerpen

# Wir schaffen das!

- **Ondergrondse** constructie:
  - ~250m diep om **seismische** ruis te onderdrukken

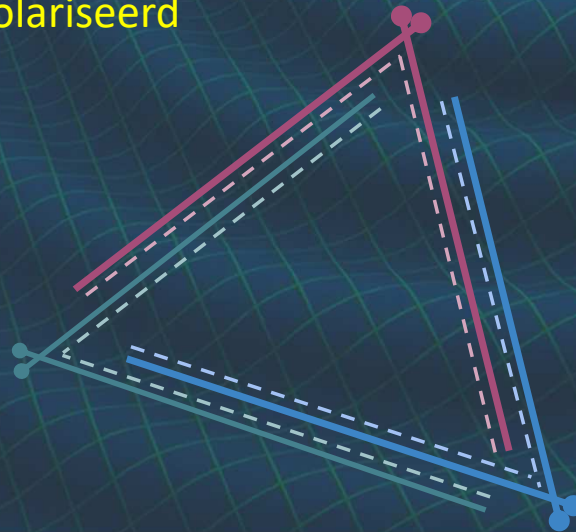
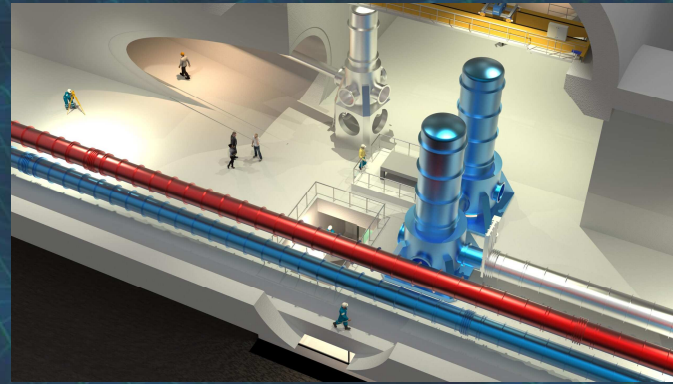


- **Cryogenica**:
  - Spiegels bij ~10K om **thermische** ruis te onderdrukken



# Wir schaffen das!

- **Ontdubbeling interferometers** voor lage en hoge frequenties
  - Thermische en quantumruis (shot noise) niet samen te reduceren
- Armen van **10 km**
  - Om de **gevoeligheid** te verhogen
- Gelijkzijdige **driehoek**
  - Zwaartekrachtgolven zijn **gepolariseerd**
  - **Plaatsbepaling**
  - Null stream
  - Redundantie
  - Kostenefficiëntie





# Technologische uitdagingen

## Instrumentele Technologieën

Cryogenica

Vacuüm

Precisie  
onderdelen

Hoogwaardige  
spiegels

Spiegel coatings

Sensoren

Lasers

Geavanceerde  
algoritmes

## Constructie Technologieën

Simulatie- &  
3D-modellen

Geografische  
beeldvorming

Tunnel-  
Technieken

Grondwater-  
technieken

## Duurzaamheid

Duurzame  
logistiek

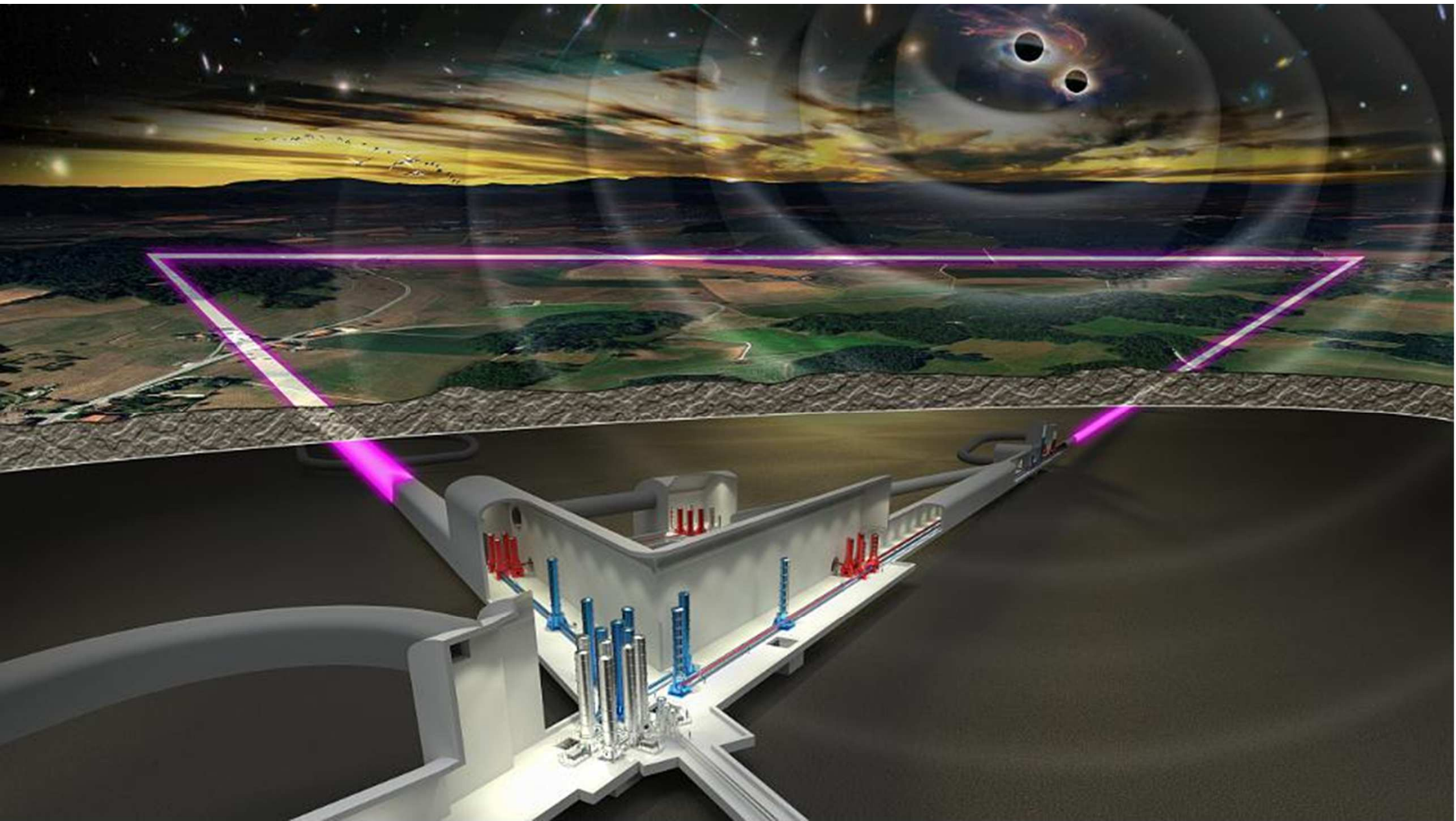
Duurzaam  
hergebruik van  
verwijderd  
materiaal

Klimaatneutraal  
en duurzame  
energie

Duurzaam  
onderhoud

Duurzame  
bouw

Duurzame  
ontmanteling



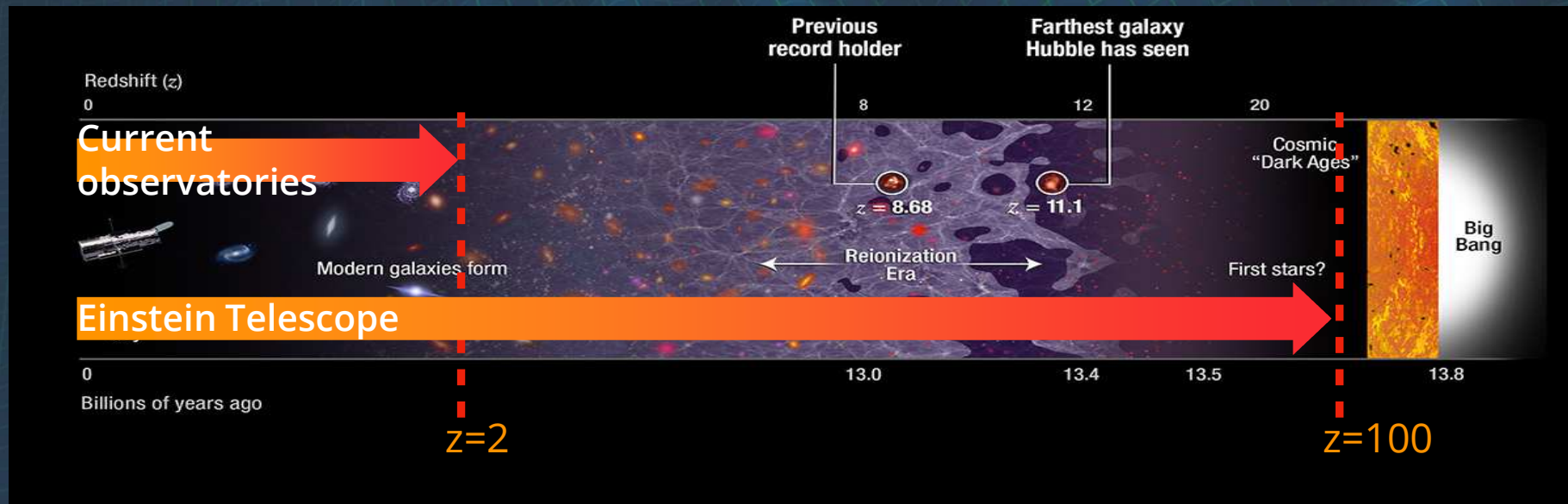


A 3D visualization of spacetime curvature. The background is a dark blue grid that warps into a deep well in the center. Two small, blue and white spheres, resembling Earth, are positioned in the center of the well. The text 'Waarom?' is written in yellow in the center of the well.

Waarom?

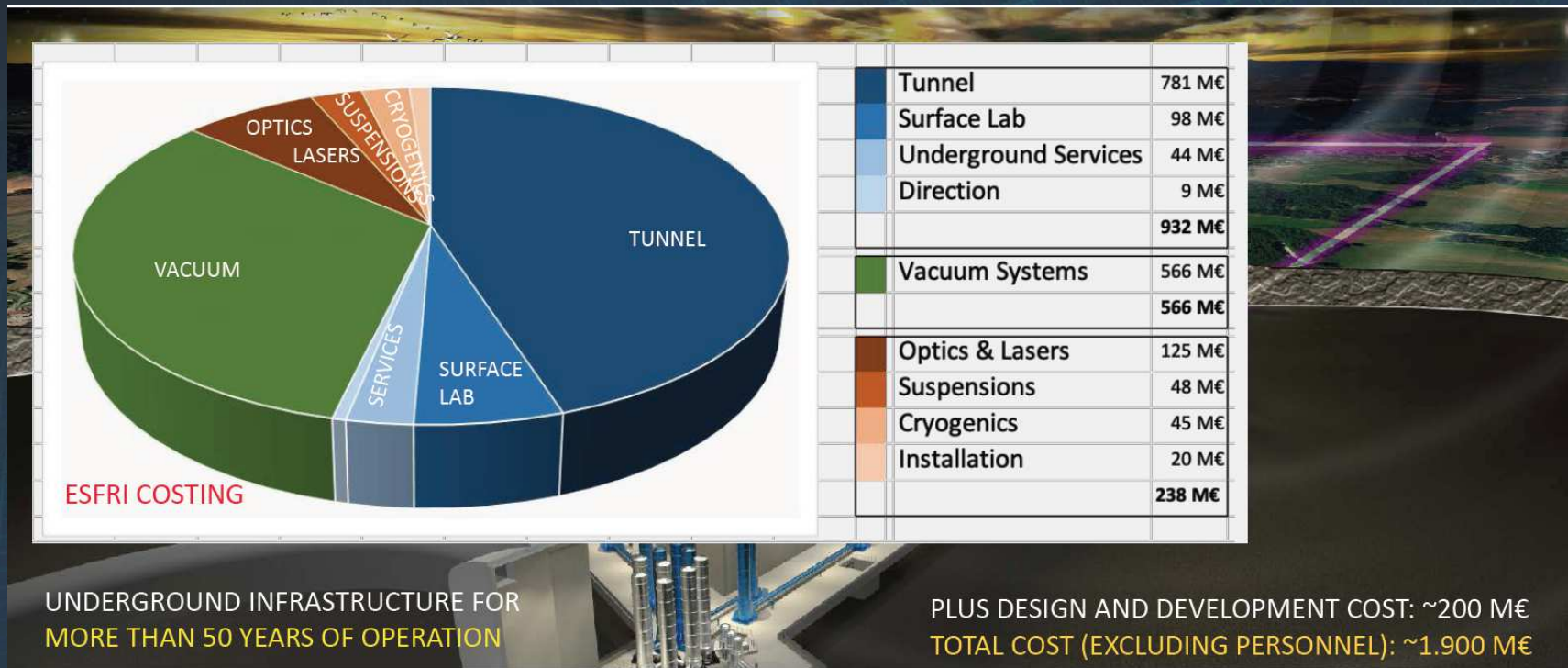
# Wetenschappelijk

- Meer detecties: 1 per week -> > 1.000
- Toegang tot het **donkere heelal**: Aard van donkere materie & donkere energie
- Einstein 2.0: **Nieuwe fysica** waar de relativiteitstheorie niet meer geldig is
- Flashback naar de **Oerknal**



# Socio-economisch

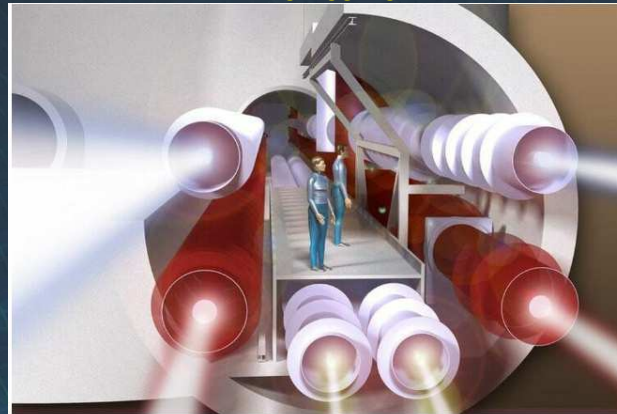
- Wetenschappelijke onderzoeksinfrastructuur van ~ 2 miljard euro



- Vorbereidende fase: 200 M€
- Constructie: 1.700 M€
- OpEx: ~40 M€ per jaar

# Waarom investeren?

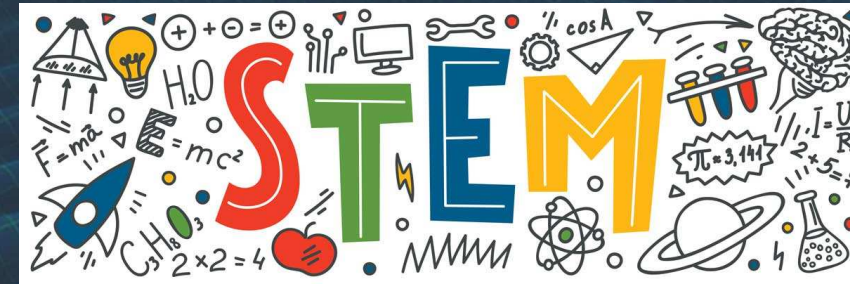
HBVL 07.05.2022



© Einsteintelelescope.nl

## Geloof in Einstein Telescoop in Limburg groeit: "Dit onderzoek zal ons wereldbeeld veranderen"

Hasselt - Ontdekken we diep onder onze voeten straks de geheimen van het heelal? Nu Nederland bijna een miljard euro heeft gereserveerd voor de Einstein Telescoop, groeit het geloof dat de Euregio het brandpunt kan worden van baanbrekend wetenschappelijk



**€4.40 TRILLION**

Revenue of the physics-based industries within Europe has exceeded €4.40 trillion in every year of the period 2011-2016

**€1.45 TRILLION**

The GVA of the physics-based sector within Europe has exceeded €1.45 trillion in each year of the period 2011-2016

**16%**

The physics-based industries typically accounts for 16% of the total turnover of the EU28 business economy

Bron: The Importance of Physics to the Economies of Europe - A study by the Centre for Economics and Business Research for the period 2011-2016, September 2019

CERN DD/OC  
Information Management: A Proposal  
Tim Berners-Lee, CERN/DD  
March 1989

### Information Management: A Proposal

Abstract

This proposal concerns the management of general information about accelerators and experiments at CERN. It discusses the problems of loss of information about complex evolving systems and derives a solution based on a distributed hypertext system.

Keywords: Hypertext, Computer conferencing, Document retrieval, Information management, Project control

HLN 16.05.2022

## Haalt Limburg de 'Einsteintelefoon' binnen? Unizo ijvert: "Zou minstens 1.500 Limburgse jobs opleveren"

**LIMBURG** Als de politiek mee wil, en de concurrentiestrijd met regio Sardinië in ons voordeel valt, staat er op termijn een 'Einsteintelefoon' in Limburg. Dat is een telescoop die zwaartekrachtgolven detecteert en bestudeert waar baanbrekende technologie uit kan voortvloeien. De Limburgse ondernemerswereld pookt nu de politiek nog eens aan om het monsterproject van 2 miljard euro naar onze provincie te halen.

Marco Mariotti 16-05-22, 17:57 Laatste update: 16-05-22, 18:06



$$G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$



# Waarom investeren?

- Garantie op wetenschappelijk succes
  - Wetenschappelijke excellentie
  - Innovatieve kenniseconomie
  - Jobcreatie
  - Aanzuigefect op STEM-opleidingen
  - Internationaal prestige
  - Transformatieve kracht
  - **Conditio sine qua non: nauwe samenwerking tussen wetenschap, overheid en bedrijfsleven**
    - + maatschappij!
  - Indicatie valorisatiepotentieel: Ervaringen met zwaartekrachtgolfdetectoren van de 2de generatie:
- **Complex:** technologisch, juridisch, omgeving & duurzaamheid, strategisch, socio-economisch
  - **Hoge investeringskost**
  - **Ver uit de comfortzone**
  - **Lange termijn**
  - **Risico op falen:** technologisch, omgevingsrechterlijk, ...





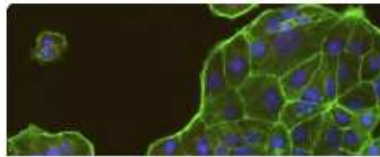


# Growing human bones using gravitational wave technology

12 September 2017

Technology originally developed to witness black holes colliding is now being used to grow human bone in a laboratory, which could revolutionise the treatment of bone injuries.

The research team used measurement technology, based on the sophisticated laser interferometer systems designed in the UK for [gravitational wave detection](#), to turn stem cells into bone cells.



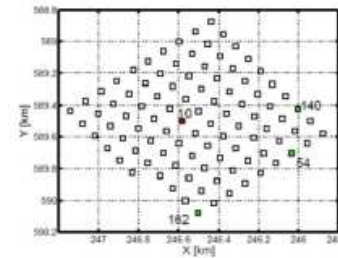
## GEOPHYSICS

# Observations and modeling of the elastogravity signals preceding direct seismic waves

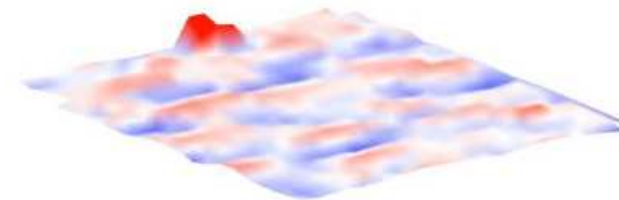
Martin Vallée,<sup>1\*</sup> Jean Paul Ampuero,<sup>2</sup> Kévin Juhel,<sup>1</sup> Pascal Bernard,<sup>1</sup> Jean-Paul Montagner,<sup>1</sup> Matteo Barsuglia<sup>3</sup>

After an earthquake, the earliest deformation signals are not expected to be carried by the fastest (P) elastic waves but by the speed-of-light changes of the gravitational field.

However, these perturbations are weak and, so far, th<sup>4</sup> enough to fully understand their origins and to use th<sup>4</sup> estimate of the earthquake magnitude. We show that j well observed with broadband seismometers at distance from the source of the 2011, moment magnitude 9.1, To model them by a new formalism, taking into account bo gravity-induced motion. These prompt elastogravity s time-scale magnitude determination for great earthq



## Earthquake monitoring



# Potentiële technologieën voor Vlaanderen

- Duurzaamheid: materiaalgebruik, water, energie, smart buildings ... (UHasselt, VITO)
- Spiegels → IRI en IBOV
  - Monokristallijne spiegels (VUB) → CSL?
  - Polijsten (VUB)
  - Coatings (KUL, UGent)
- Vacuumbuizen (UAntwerpen)
- Laser Beam resonators (VUB)
- Tunnel monitoring (KU Leuven)
- AI en data processing, Big Data (KU Leuven)
- Sensoren → (UAntwerpen, KU Leuven MEMS)
- Cryogene IC's en micro-elektronica (KU Leuven) → langere termijn
- Quantum Sensing, Security, Telecommunicatie (KU Leuven, IMEC) → langere termijn
- **NL**: Vacuum Technology – Vibration-free cooling – Vibration damping – Optics & Coatings – Thermal deformations
- **DE/NRW** (eigen inschatting): Lasers, Quantum computing, Noise mitigation
- **Wallonië** (eigen inschatting): (Cryogene) spiegels, mechatronica

# Opportunities for Flanders

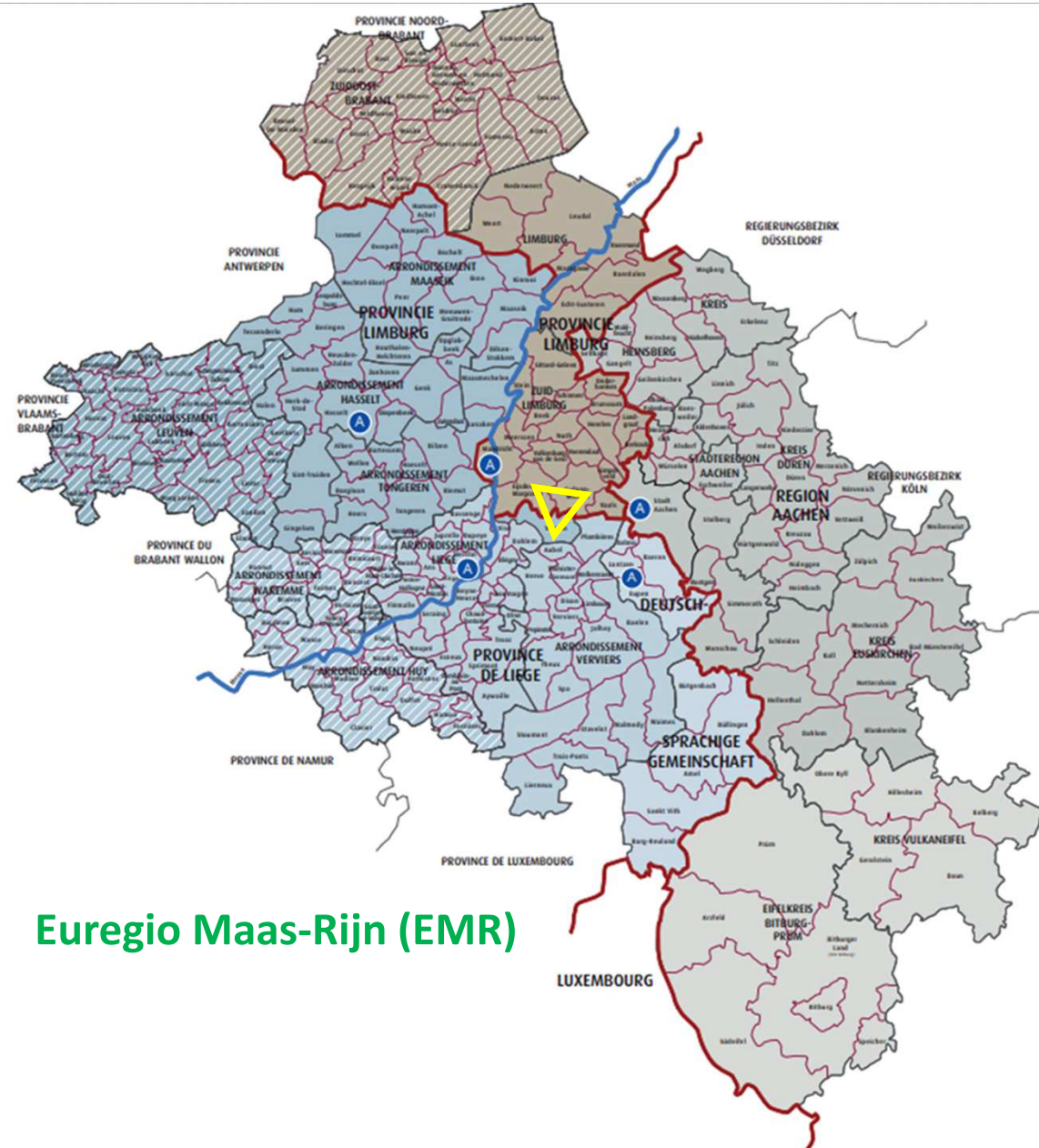
- Supply Chain management (UHasselt: krijtlijnen)
  - Toe-, afvoer materialen,
  - Organiseren arbeidsmiddelen,
  - Organisatie werven,
  - Veiligheidscoördinator ...
  - Digitaal traceersysteem afgravingen
- Omgevingsrecht → UHasselt (IRI)
- Seismic attenuation & Control (UAntwerpen, KULeuven)
- Contracting & IP (UHasselt)
- UHV & ultrasonic cleaning
  - Cleanroom, ook voor coating?
- Energievoorziening → tendering
- Mechatronica
- Robotica en remote control → hogere TRLs / tendering
- Visualisaties → tendering
- Scientific Communication (zie CERN/ITER)

A 3D visualization of spacetime curvature. The background is a dark blue grid that warps into a deep well. Two Earth-like spheres are positioned in the center of the well. The word "Waar?" is written in yellow text in the center of the well.

Waar?

# Waar komt de Einsteintelecoop?

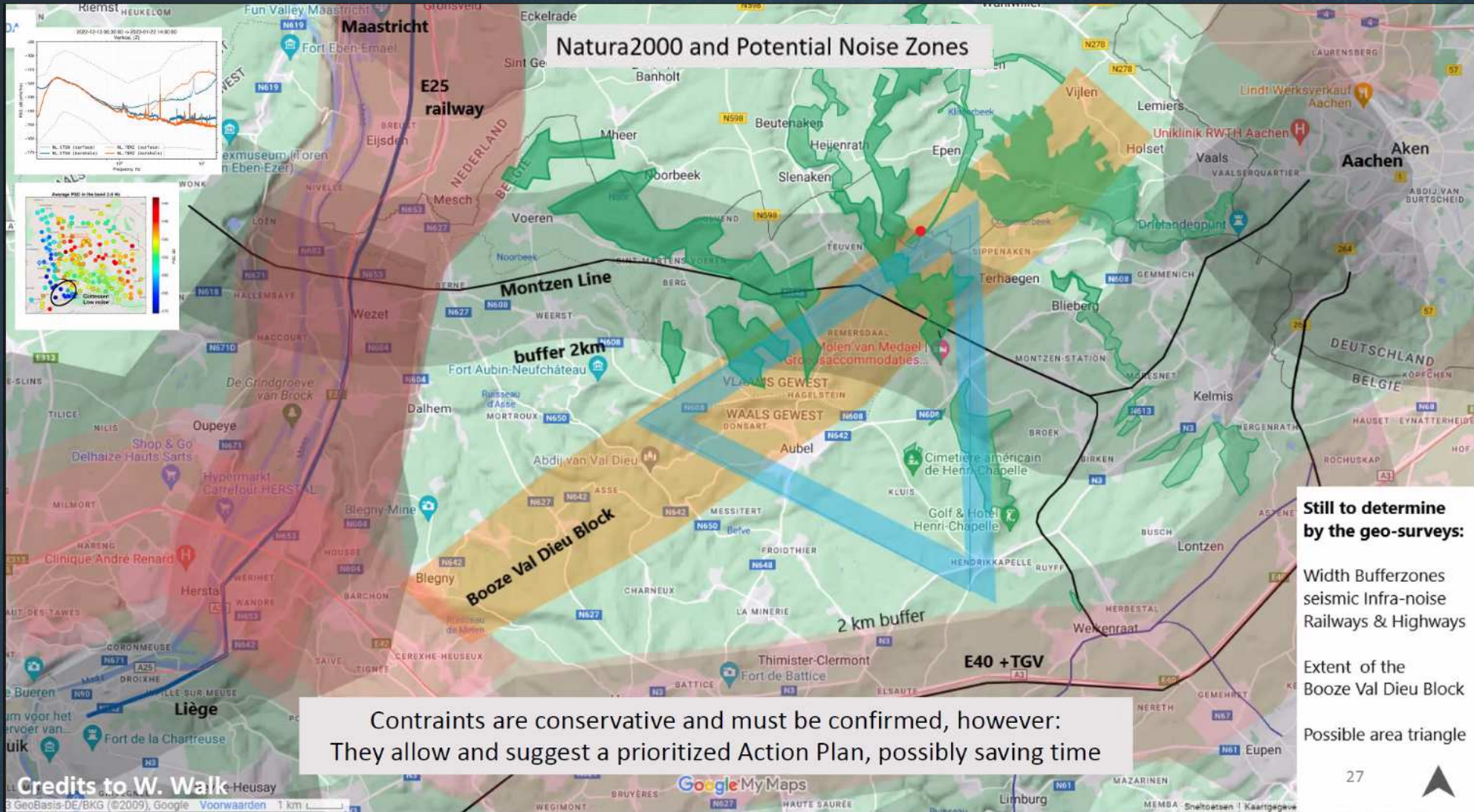
- Geschiede geologie
- Hightech-bedrijven
- Topuniversiteiten & kennisinstellingen
- Vestigingsklimaat & bereikbaarheid



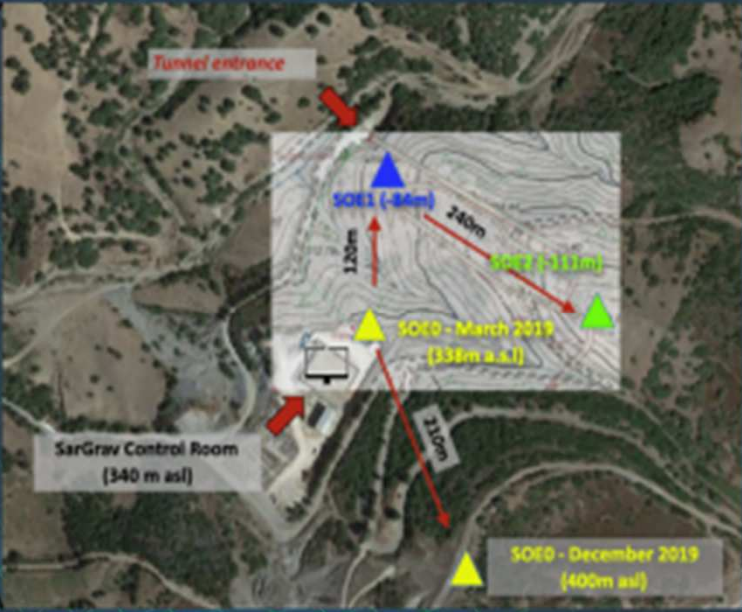
Euregio Maas-Rijn (EMR)

# Euregio Maas-Rijn (EMR)

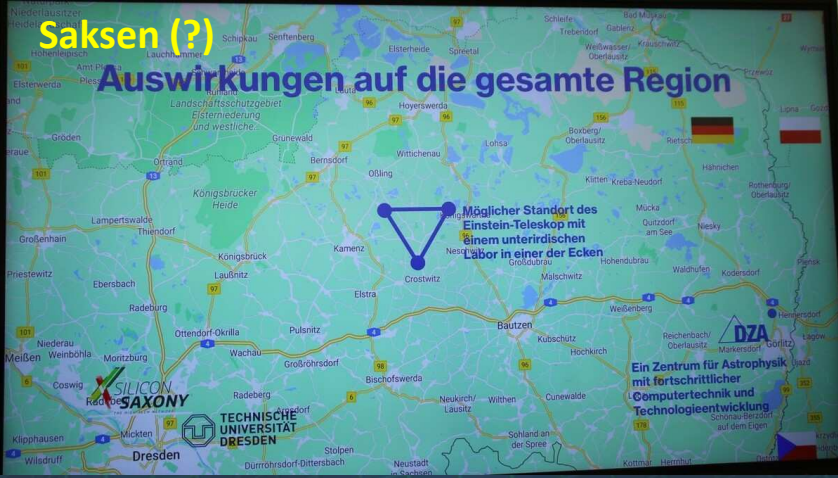
## Mogelijke locaties op Google Maps



# Kapers op de kust



Alternatief voor driehoek:  
 1 L in Sardinië,  
 1 L elders?

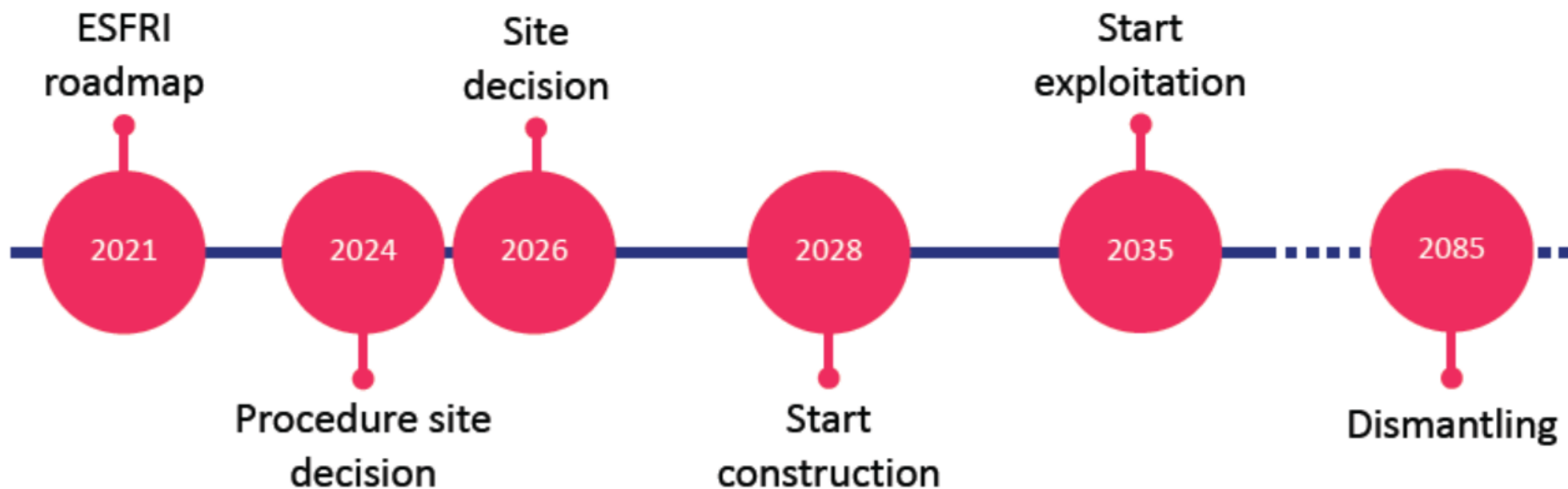


A 3D visualization of spacetime curvature. The background is a dark blue grid that forms a deep well in the center. Two small, blue and white spheres, resembling Earth, are positioned in the center of the well. The text "Wanneer?" is written in a light yellow font in the center of the well.

Wanneer?



# Wanneer landt ET?



A 3D visualization of a gravitational well. The background is a dark blue grid that curves inward, forming a deep well. Two Earth-like planets are positioned at the bottom of the well. The word "Status" is written in yellow text in the center of the well.

Status

# Status

- **Nederland:** Toekenning 912 M€ uit Nationaal Groeifonds
- Oprichting **EMR ET Project Office**, jan 2023
- Ministeriële bijeenkomst Be-NI-D, 26 september 2023, Brussel – Ondertekening **Declaration of Intent**
- Structuur **België:** Interministeriële Conferentie Wetenschapsbeleid (IMCWB) + Belgian Task Force ET
- Structuur **Wallonië:** GRE Liège + 2 lopende aanwervingen
- Structuur **Vlaanderen**
  - 13 miljoen toegekend voor voorbereidende fase
  - Projectteam met 8 leden
  - Stuurgroep ET Vlaanderen + WG Beleid & WG Valorisatie + interuniversitair overlegorgaan



## Verdere informatie

<https://www.einsteintelescope.be>

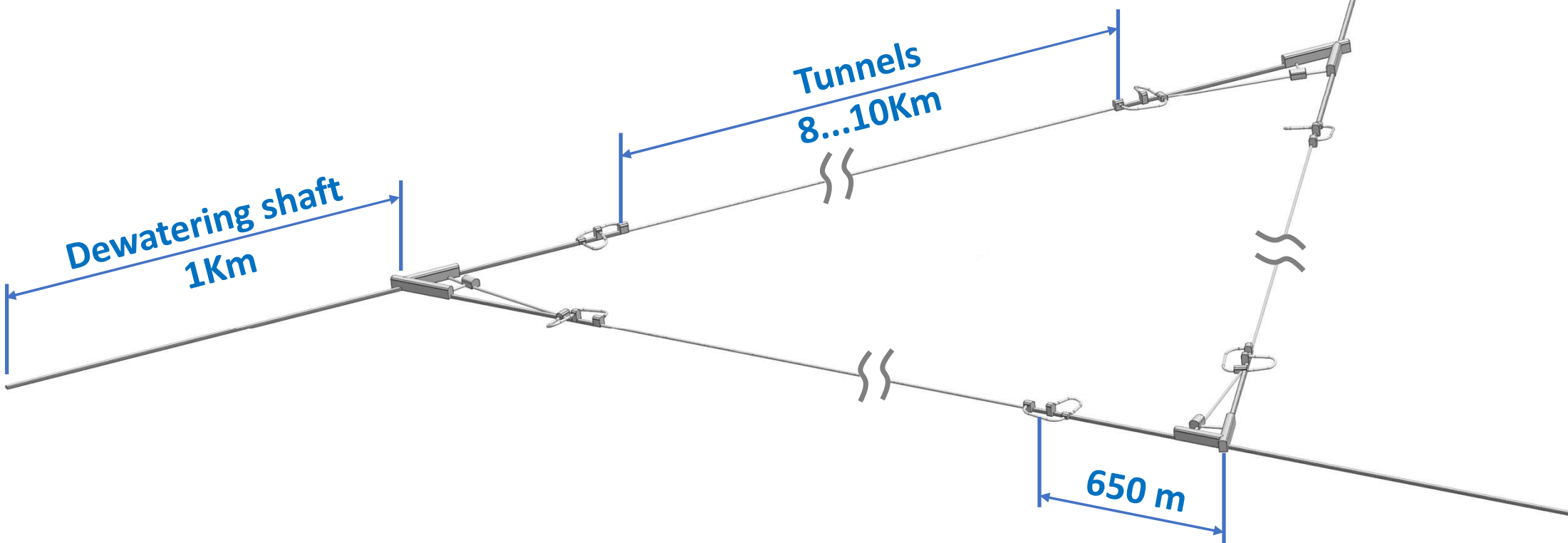
[hans.plets@fwo.be](mailto:hans.plets@fwo.be)



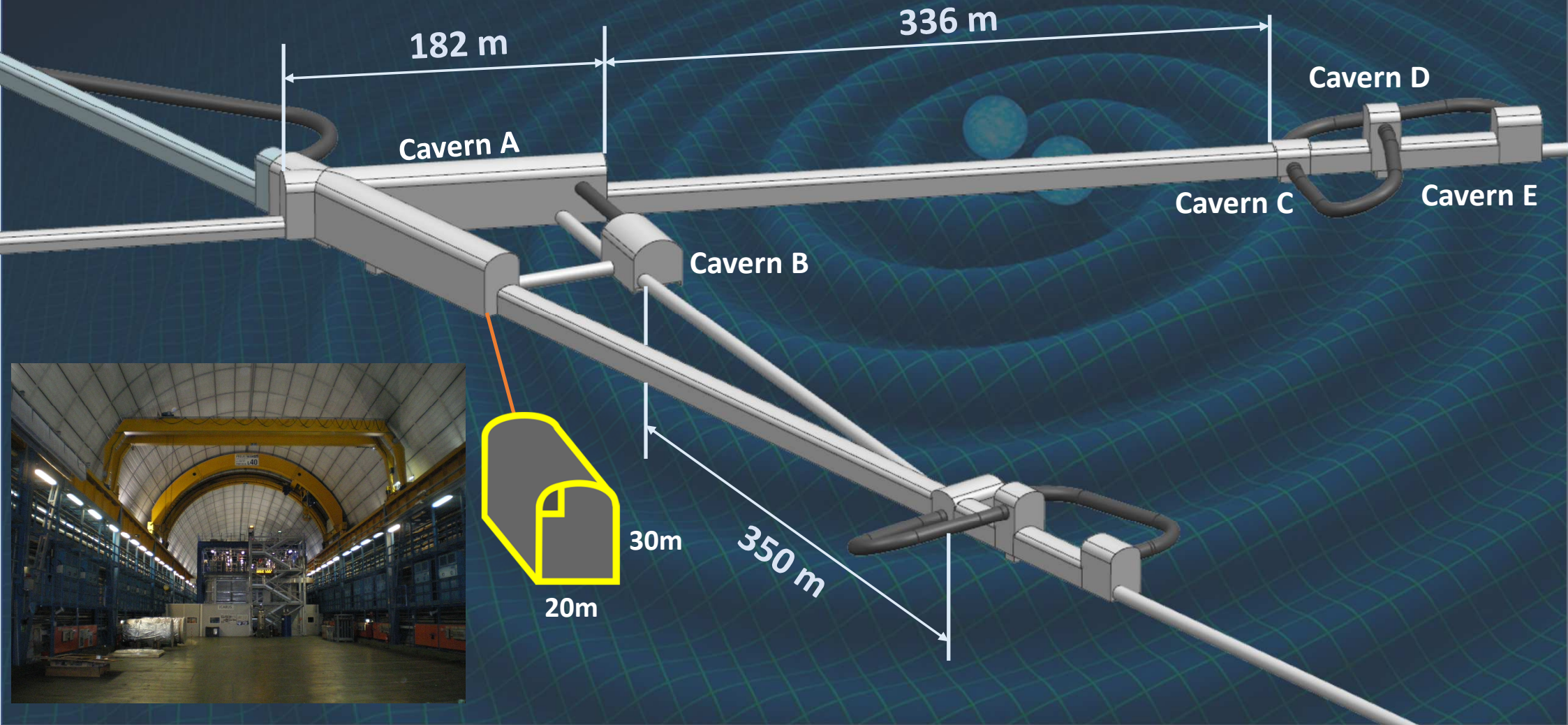
# Excavation Details

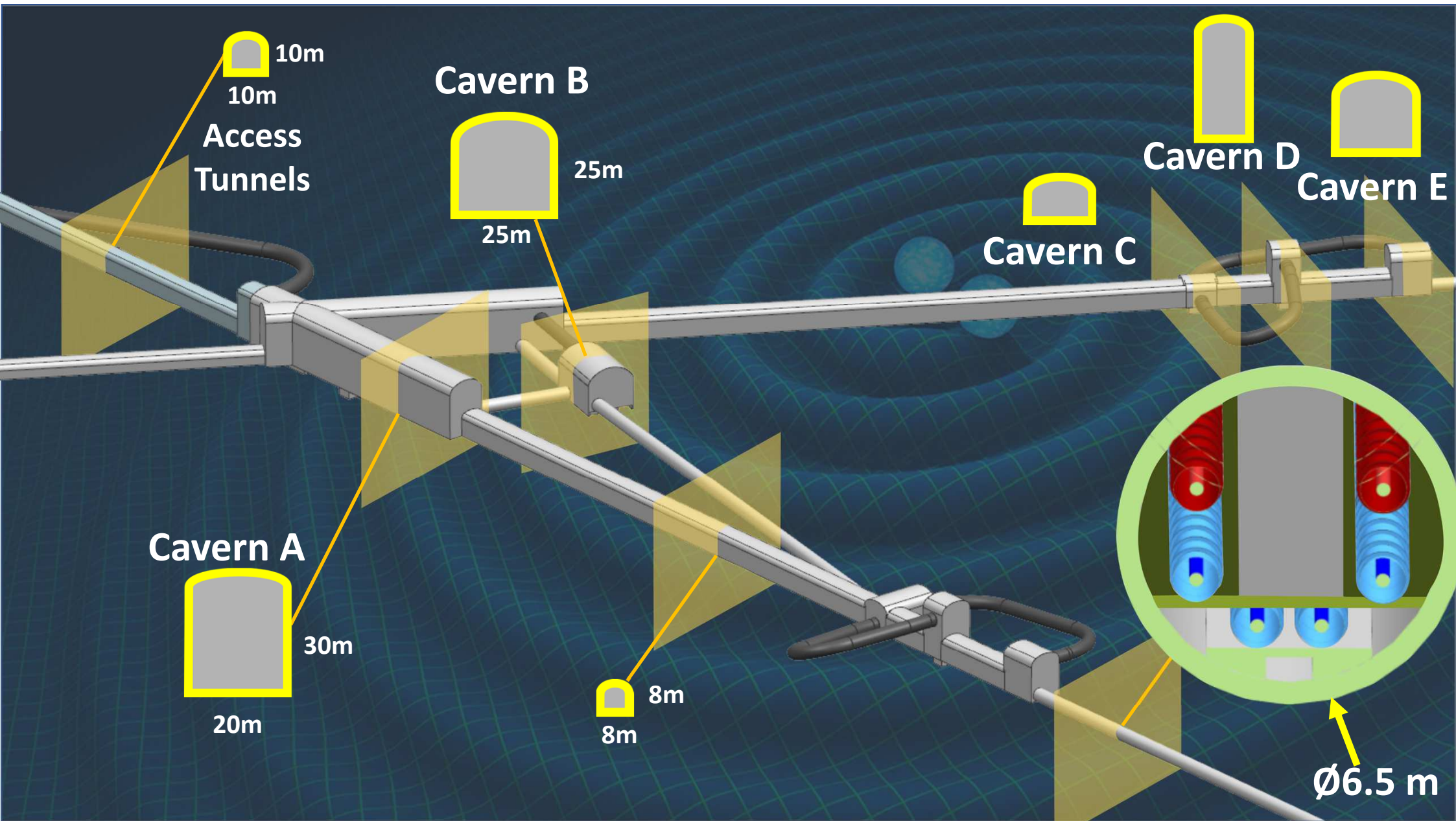
Dr. ir. Ing. Jürgen Van Gorp

# The Einstein Telescope below ground



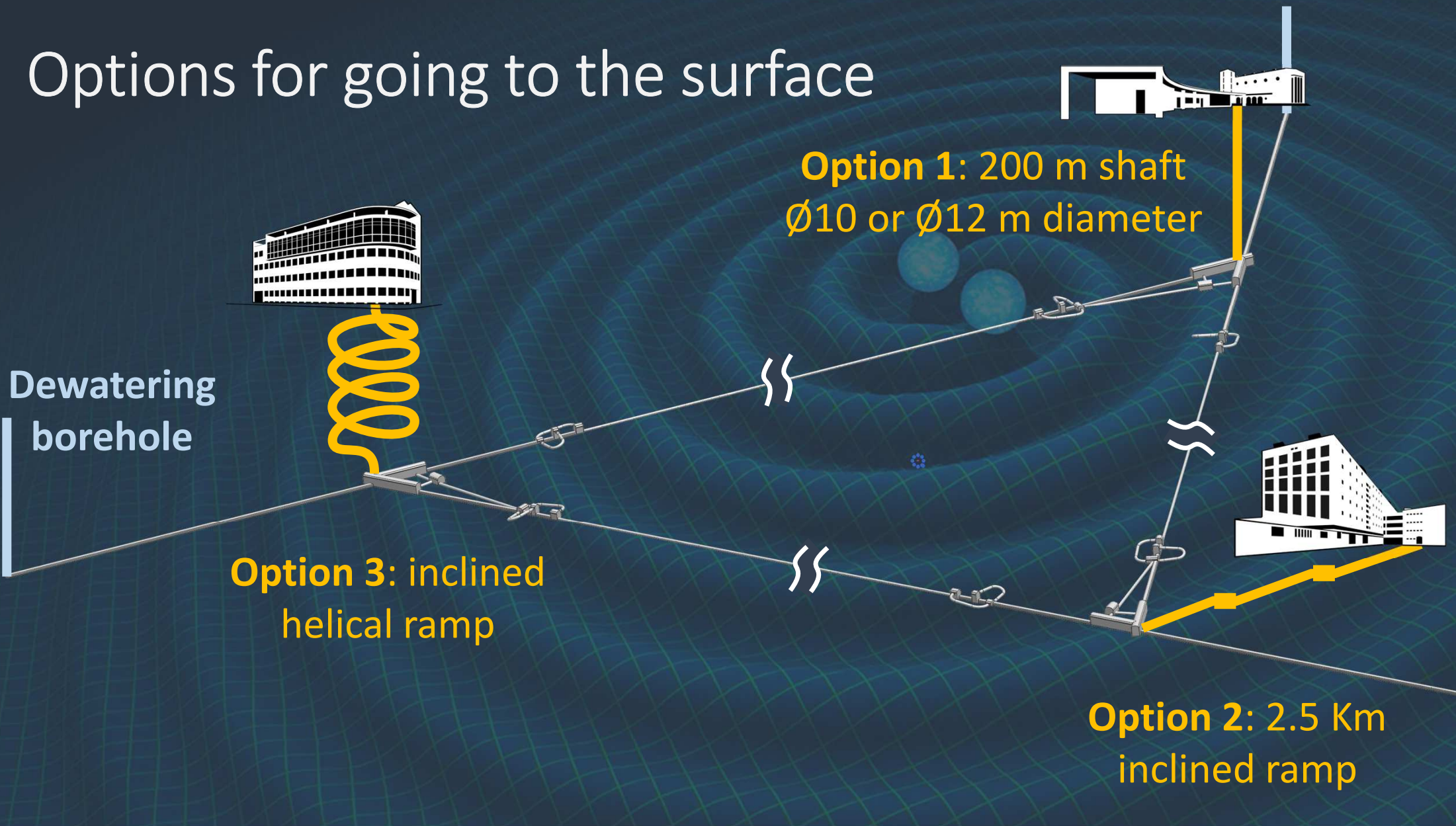
# Corner Points







# Options for going to the surface



# Excavation Details

- **Excavation Volume and Timing**

- +30Km TBM tunnels
- 3Km Dewatering tunnels
- 3 x 8 caverns at the corners
- Dependent on TBM's : 5 to 9 years

- **Sustainability measures**

- "Nature 2000" area
- European Green Deal
- Key decision factor for tendering

- **Question:** 2.6 Mio to 3.6 Mio m<sup>3</sup> excavation mass: how to handle?

- Cretaceous chalk
- Packstones
- Silicified hard limestone
- Famennian-Condroz quartzites
- Frasnian shales or limestone

- **Question:** Open or closed TBMs?



# Concrete options for the tunnels

## Option 1: shielded TBM excavation

- $\varnothing 8.4$  m for  $\varnothing 6.5$  inner diameter
- prefabricated segmental lining

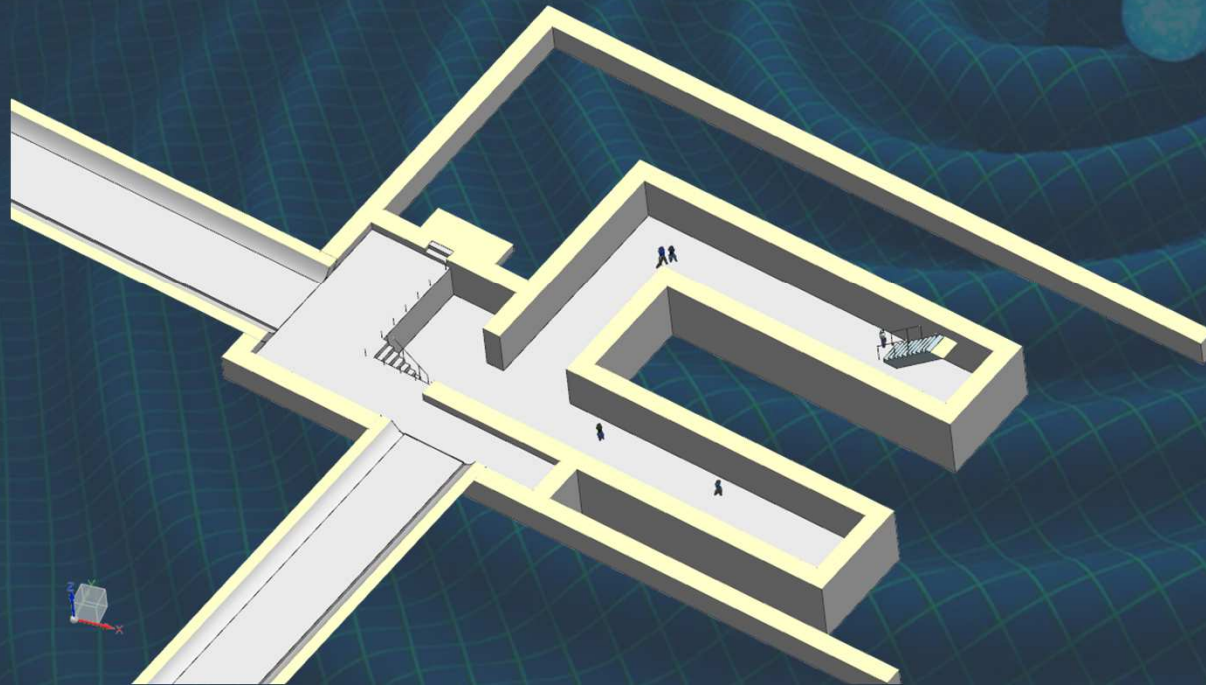


## Option 2: open TBM excavation

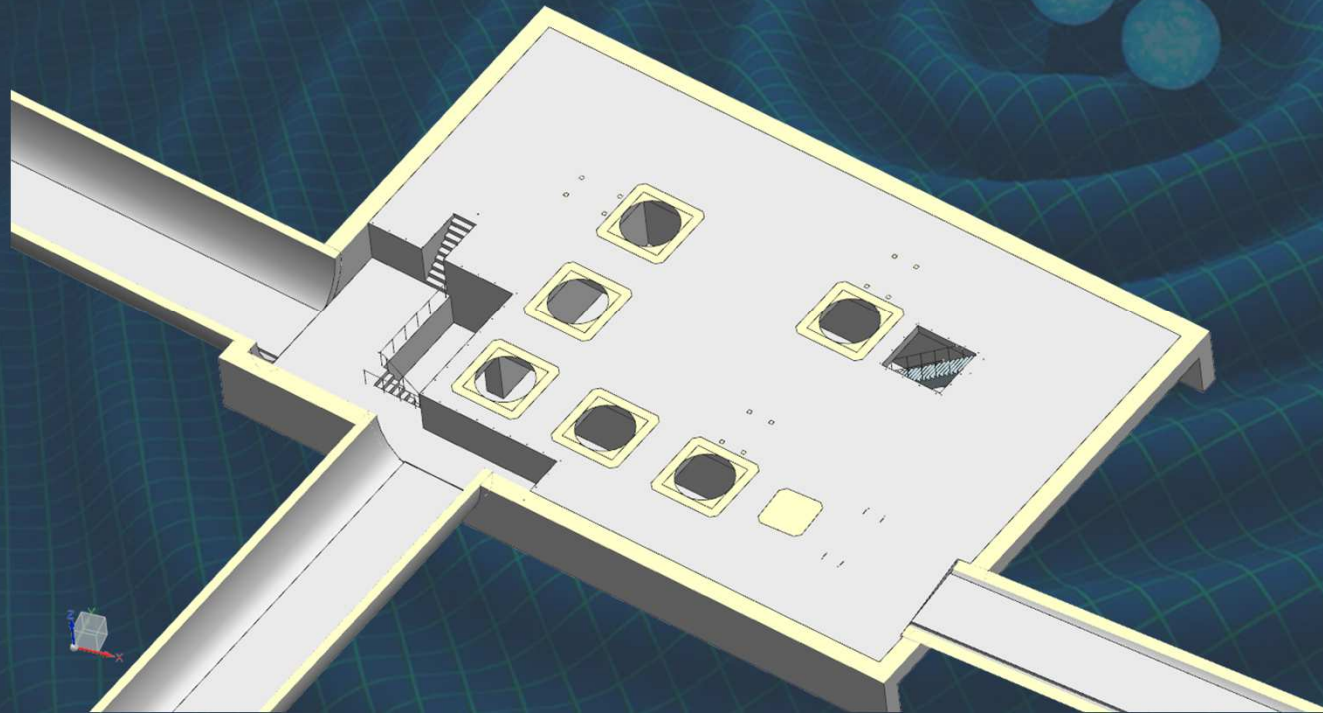
- $\varnothing 7.3$  m for  $\varnothing 6.5$  inner diameter
- shotcrete lining



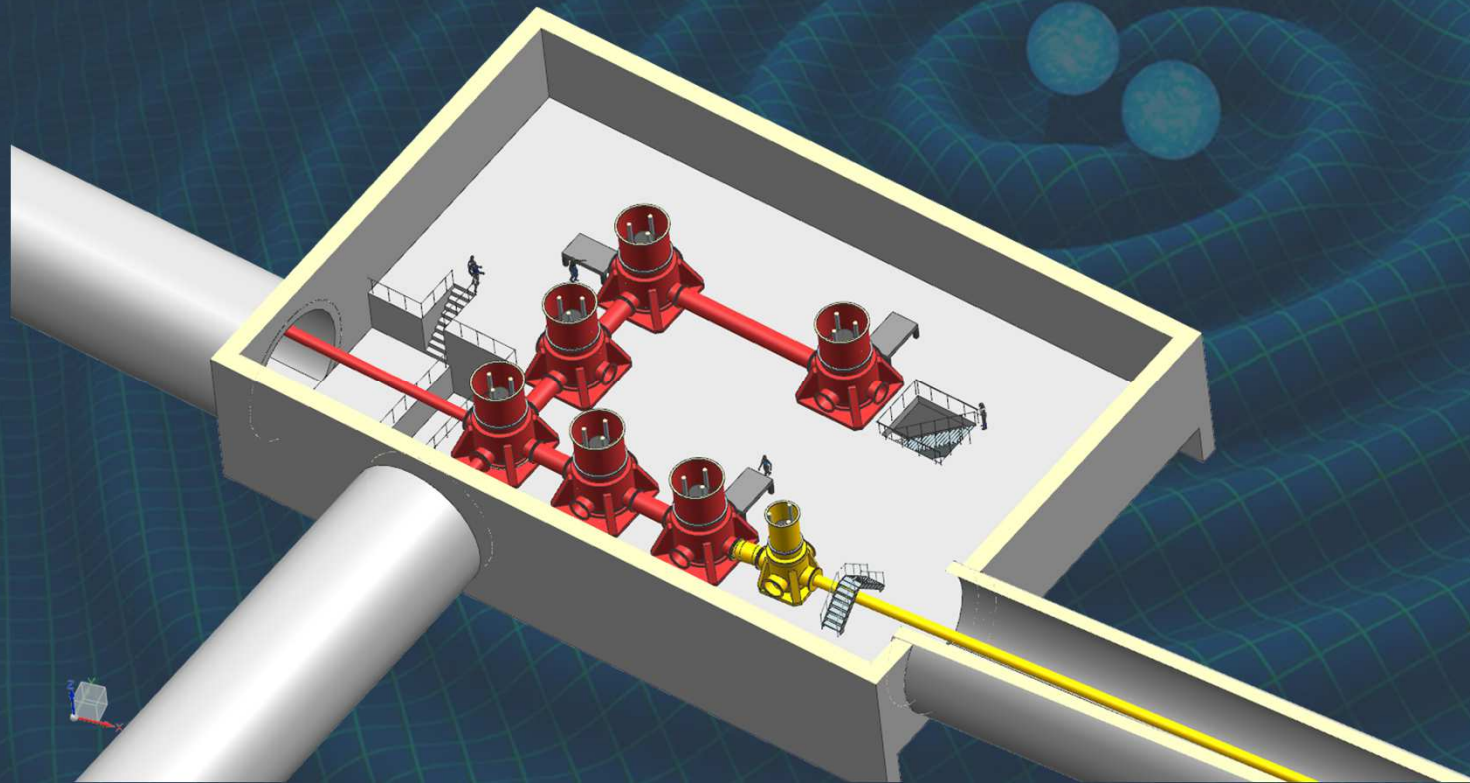
# Construction of caverns: basement



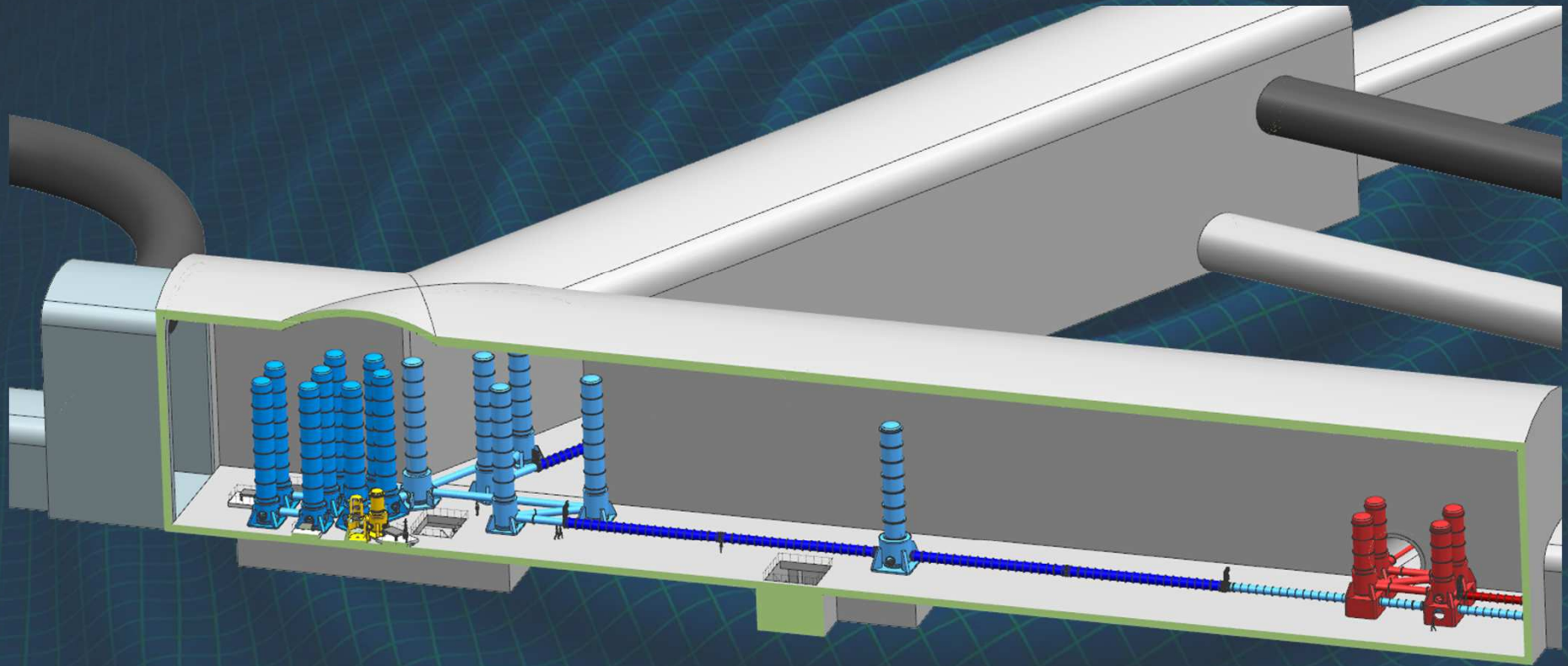
# Construction of caverns: concrete floor



# Construction of caverns: mirror towers



# Caverns with suspended mirrors





Einstein  
Telescope

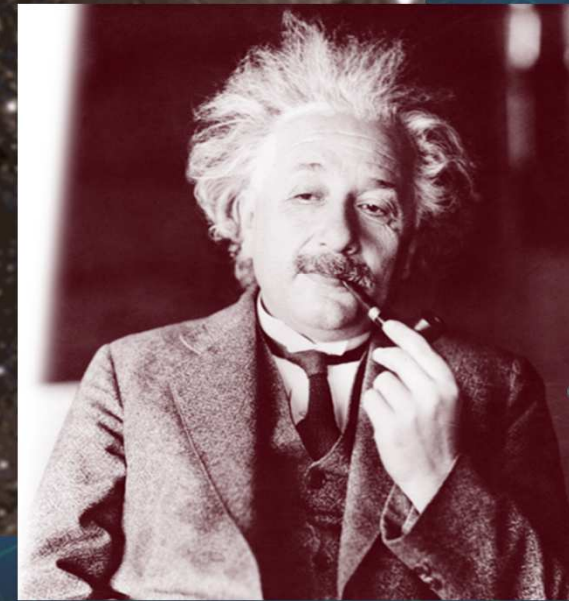
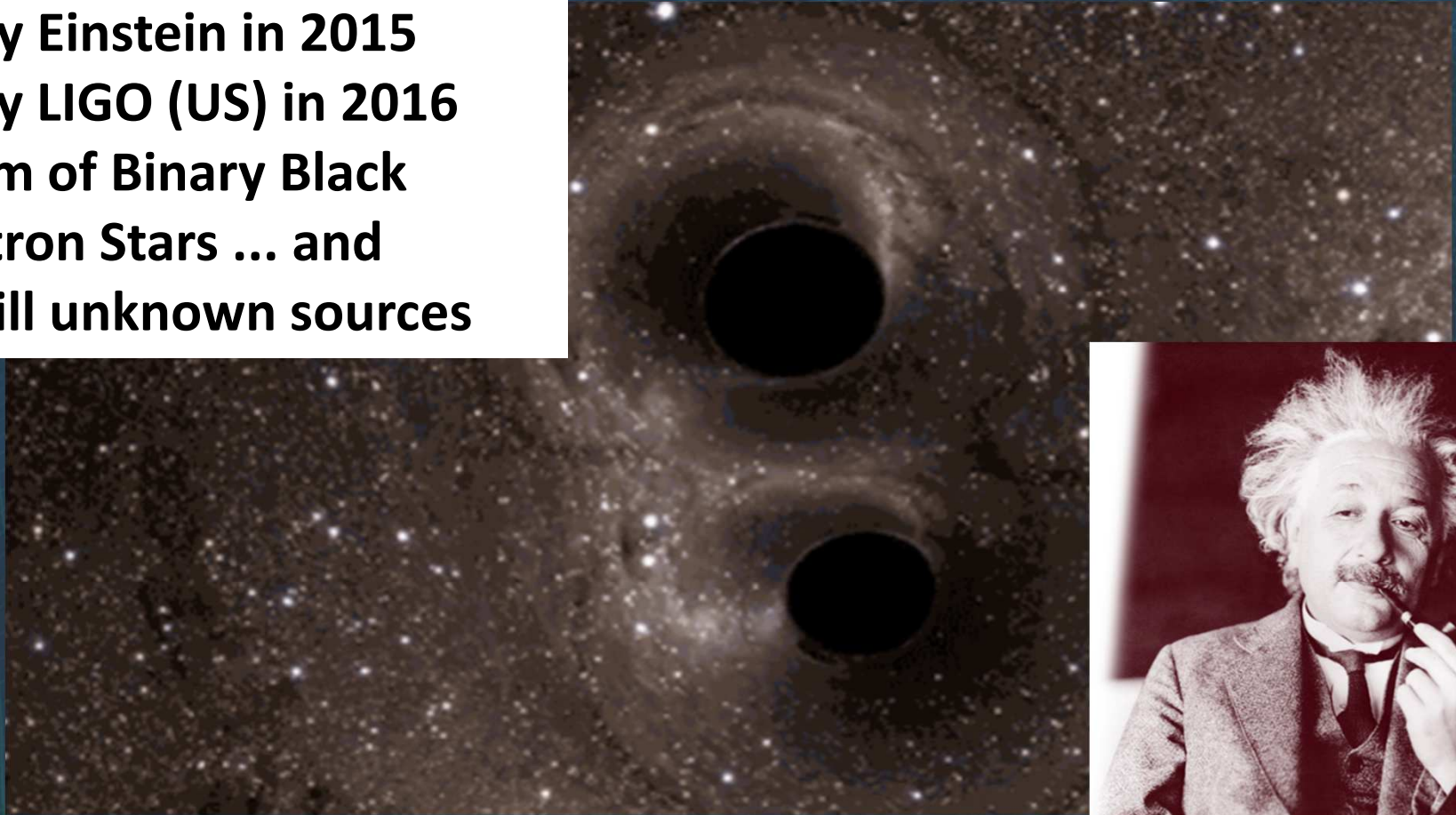


Thank you!  
Questions please?

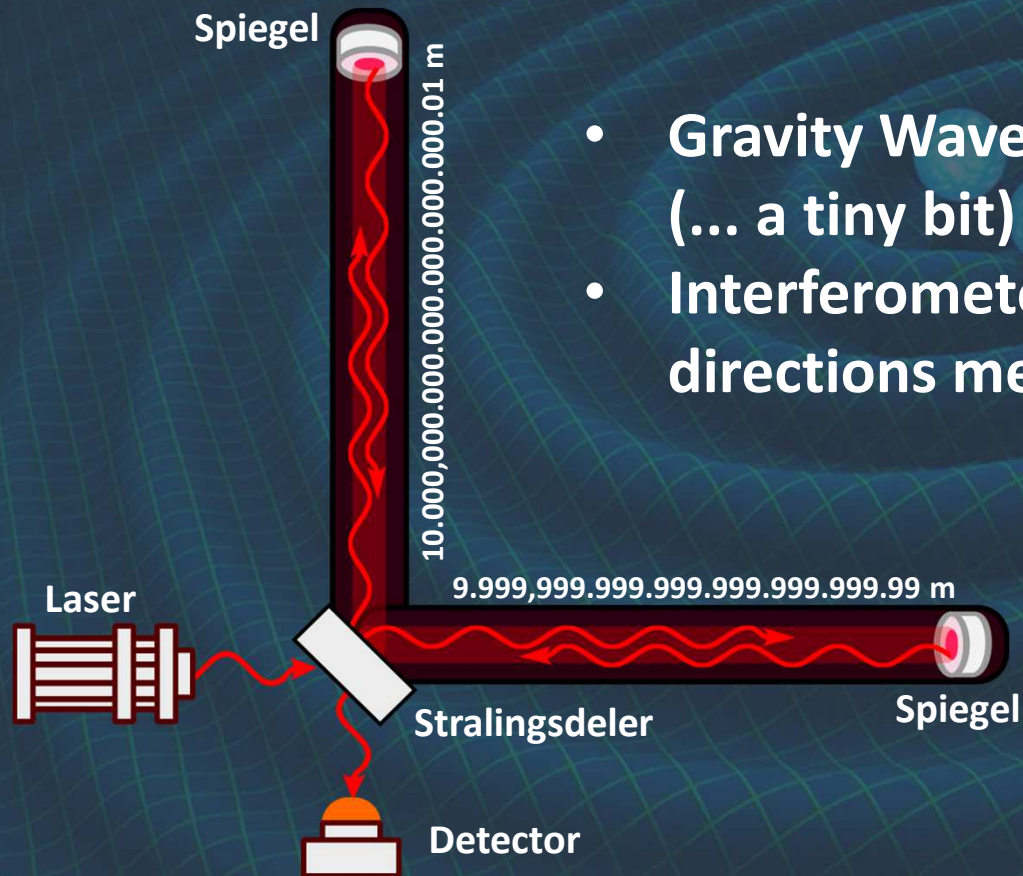
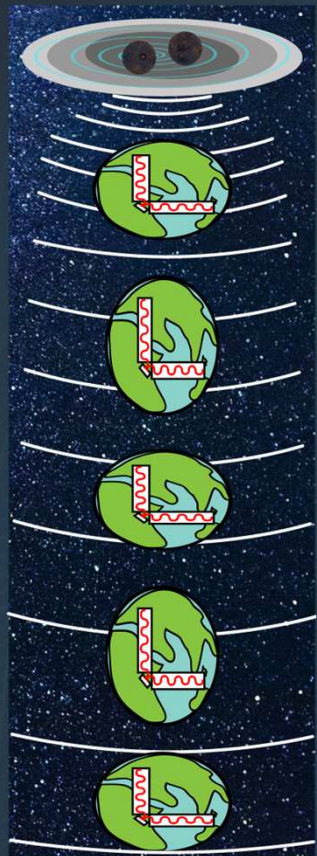


## *Gravity Waves*

- Predicted by Einstein in 2015
- First seen by LIGO (US) in 2016
- Coming from of Binary Black Holes, Neutron Stars ... and probably still unknown sources



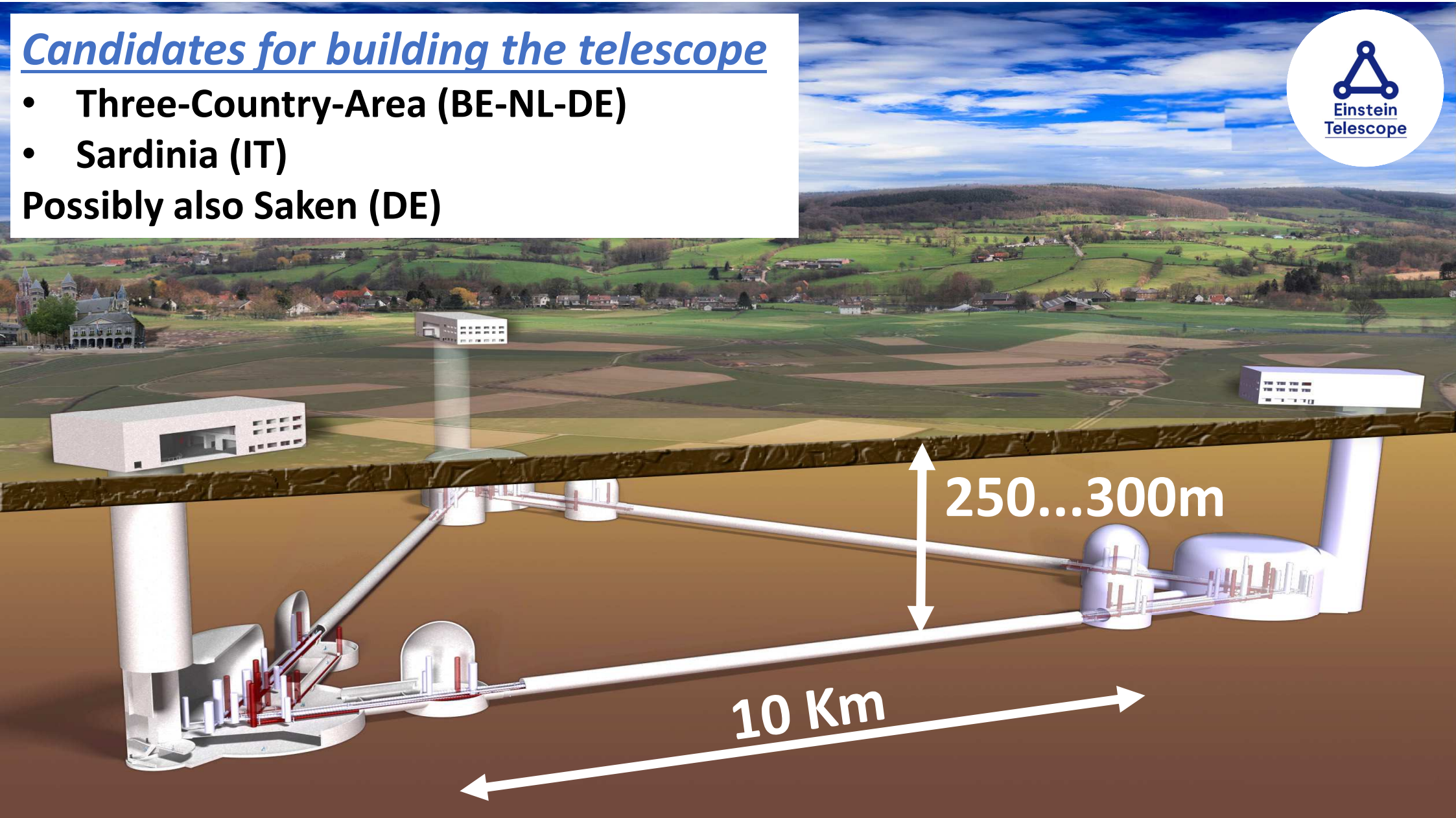
# How to Measure?



- Gravity Waves make the Earth shake (... a tiny bit)
- Interferometer with lasers in X and Y directions measures distances

## Candidates for building the telescope

- Three-Country-Area (BE-NL-DE)
- Sardinia (IT)
- Possibly also Saken (DE)



## Technology

Cryogene: 10..15 K

120 Km RVS pipes  $\varnothing$ 1m

Low pressure:  $10^{-10}$  mbar

Low noise:  $10^{-25}$  m/m

3 x +100 MWatt optical  
laser power



# Sustainability is key

## Is 100% climate neutral possible?



### Instrumentation Technologies

Cryogenics

Vacuum

Precision construction

Top quality mirrors

Mirror Coatings

Sensors

Lasers

Advanced computing algorithms

### Construction Technologies

Simulation & 3D-modelling

Geographic imaging

Tunnel Technology

Soil and Waste Water Treatment

### Sustainability

Sustainable logistics

Re-use of soil and rocks

Climate neutral and sustainable energy

Sustainable maintenance

Climate neutral building

Climate neutral removal / re-use



# Planning



network of companies and researchers

Initial research

Creation of a bidbook



**2021**  
Einstein Telescoop on the 'ESFRI roadmap': priority project in Europe

**2021-2025**  
Preparations for the Einstein Telescope

**2026**  
Selection of site: Meuse-Rhein area or Sardinia or ...

**2028-2034**  
Construction of Einstein Telescope

**2035-2085 (?)**  
Exploitation and measurements

**2085 (?) ...**  
Ecological decommissioning

50 years

