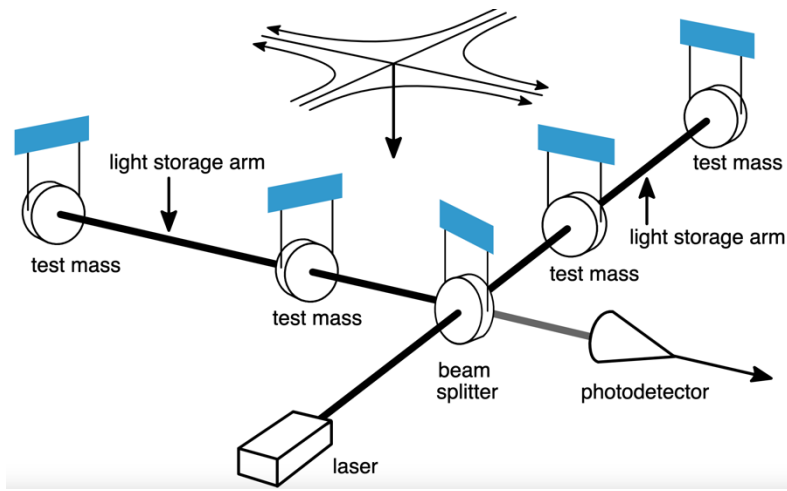


# Opportunità di un nostro coinvolgimento

(Apertura di una nuova sigla?)

nell'esperimento **Einstein Telescope**

- **Interferometro** - per la rivelazione delle **Onde Gravitazionali**



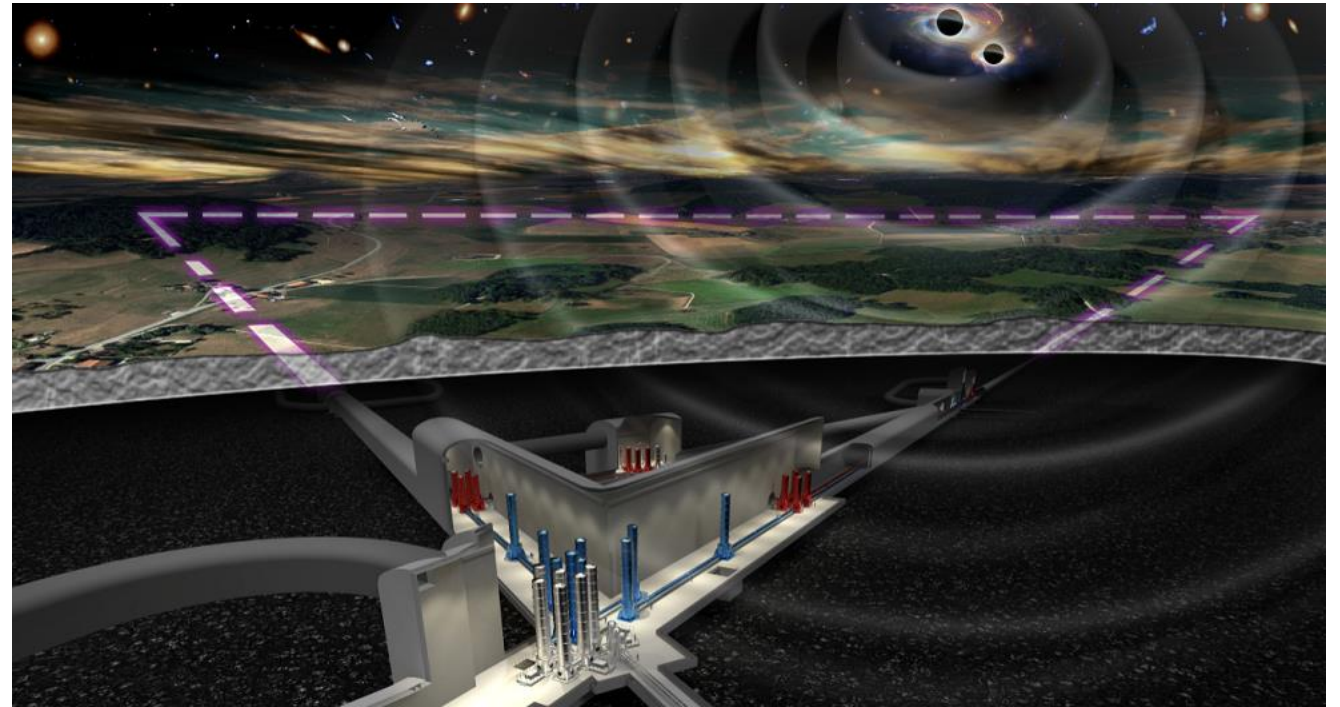
Da wikipedia: Un **rivelatore di onde gravitazionali** è un dispositivo progettato per evidenziare le onde gravitazionali, minuscole distorsioni dello spaziotempo, previste dalla teoria della relatività generale di Einstein, e misurarne le caratteristiche

L'Einstein Telescope (ET) è un'**infrastruttura sotterranea** proposta per ospitare un osservatorio di onde gravitazionali di **terza generazione**.

ET si basa sul successo degli attuali rilevatori laser-interferometrici di seconda generazione *Advanced Virgo (Cascina)* e *Advanced LIGO (Washington e Louisiana)*, le cui scoperte rivoluzionarie sulla fusione di buchi neri (BH) e stelle di neutroni negli ultimi anni hanno portato alla

- scoperta delle onde gravitazionali e
- aperto la via all'astronomia multimessaggera.

Il telescopio Einstein raggiungerà una sensibilità notevolmente migliorata aumentando le dimensioni dell'interferometro dai 3 km del braccio del rilevatore Virgo a 10 km e implementando una serie di nuove tecnologie (anche criogeniche).



Due possibili **configurazioni**: Triangolare o 2 Elle



Due possibili **siti**: Olanda e/o Italia





<https://www.einstein-telescope.it/>

Mia sensazione (del tutto personale)

- Se si scegliesse di procedere con la configurazione a **2 Elle** (più probabile) entrambi i siti sarebbero coinvolti.
- Se si scegliesse la configurazione a **Triangolo** (meno probabile) la Sardegna per motivi scientifici (meno attività umana e sismica) »dovrebbe!?» essere in poll position.

Ergo: la possibilità che si faccia in Italia (SOS ENATTOS) è quasi certa, -> grande interesse da parte dell'INFN.



Alla luce di ciò

Quasi un anno fa il Direttore (della nostra Sezione) ci informò della situazione delle Sezioni INFN coinvolte nel futuro esperimento ET

Apprendemmo che quasi tutte le sezioni INFN sono coinvolte in questo grande progetto e che sarebbe stato opportuno che anche la Sezione di Milano – Celoria fosse coinvolta.

Io, come coordinatore di gruppo 2 (ET è sotto il cappello della CSN2) intervenni dicendo che avrei esplorato in Sezione ed in Dipartimento il possibile interesse di entrare a far parte del gioco  
Ricordai anche che Marco Giammarchi era stato per oltre un decennio referee di Virgo e che molto probabilmente era la persona più indicata dalla quale partire.

Ne parlai con Marco ed iniziammo a cercare possibili persone interessate.

Marco prese contatto con Fulvio Ricci (è stato Spokeperson di Virgo) il quale lo indirizzò a **Guido Zavattini** (della Sezione di Ferrara)

Il 5 Aprile 2024, io, Marco, Francesco Cavaliere ed il Direttore andammo a Ferrara per parlare direttamente con Guido e vedere in quale contesto poterci inserire come attività sperimentale

Seguirono diversi incontri on line tra Milano e Ferrara in cui furono invitate altre persone che avevano espresso interesse

Il 7-8 Ottobre siamo nuovamente tornati a Ferrara io, Marco Giammarchi, Marco Potenza, Cavaliere e Valerio Toso (assegnista di Davide D'angelo).

Abbiamo individuate una linea di ricerca riguardate gli aspetti della riflessione degli specchi di cui vi parlerà Marco tra poco e forse anche un coinvolgimento a livello teorico con Marco Torri in collaborazione con i colleghi teorici di Ferrara.

Le persone al momento interessate sono:

Lino Miramonti  
Marco Giammarchi  
Marco Potenza (e altri due suoi collaboratori)  
Francesco Cavaliere  
Davide D'angelo  
Valerio Toso (assegnista di Davide)  
Lorenzo Caccianiga  
Nuova Laureanda  
Marco Torri (mio assegnista)

Abbiamo riportato al Direttore di questo ultimo incontro lunedì scorso ed ora vorremmo aprire una [sigla ET a Milano](#), sotto dotazioni se non riusciamo ad avere massa critica (1,5 FTE) oppure partire già con l'apertura di una sigla con responsabile locale se avremo le forze per farlo.

Chiunque di voi fosse interessato può prendere contatti con me o Marco Giammarchi

Lascio ora la parola a Marco che entrerà più nei dettagli riguardanti le onde gravitazionali ed il lavoro che la sezione di Milano andrà eventualmente a fare

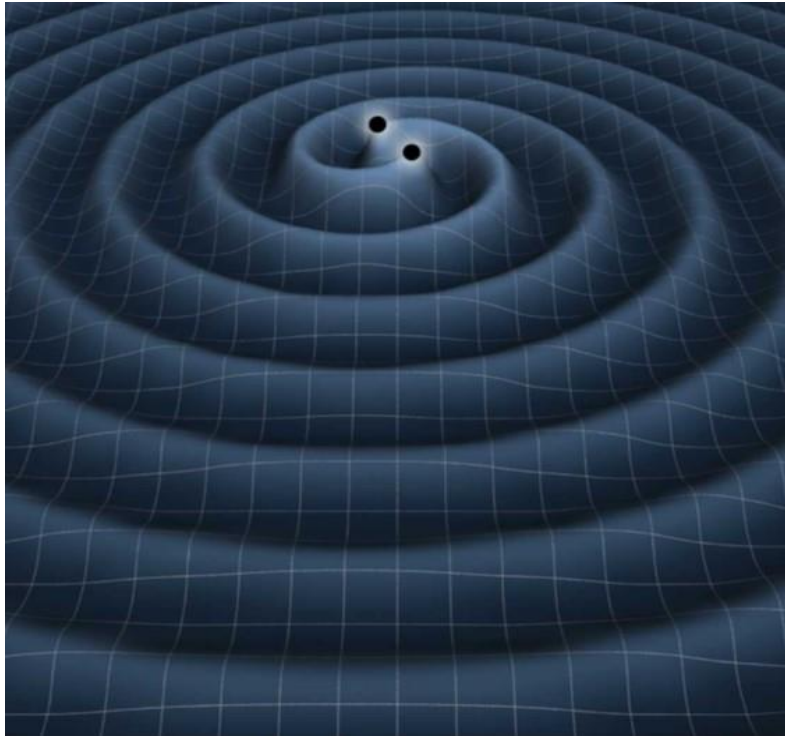


# Einstein Telescope: Gravitational Waves in the Universe

M. Giammarchi, L. Miramonti

*Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – Milano*  
<http://pcgiammarchi.mi.infn.it/giammarchi>

M. Citterio, F. Cavaliere, M. Potenza  
D. D'Angelo, V. Toso, L. Caccianiga



1915: Gravitational Wave prediction

1993: Indirect detection (Hulse-Taylor)

2015: First detection (LIGO-Virgo)

2017: Multimessenger event

2024: 100 BH-BH Coalescences

GW to study Quantum Mechanics  
GW to study the Universe

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$

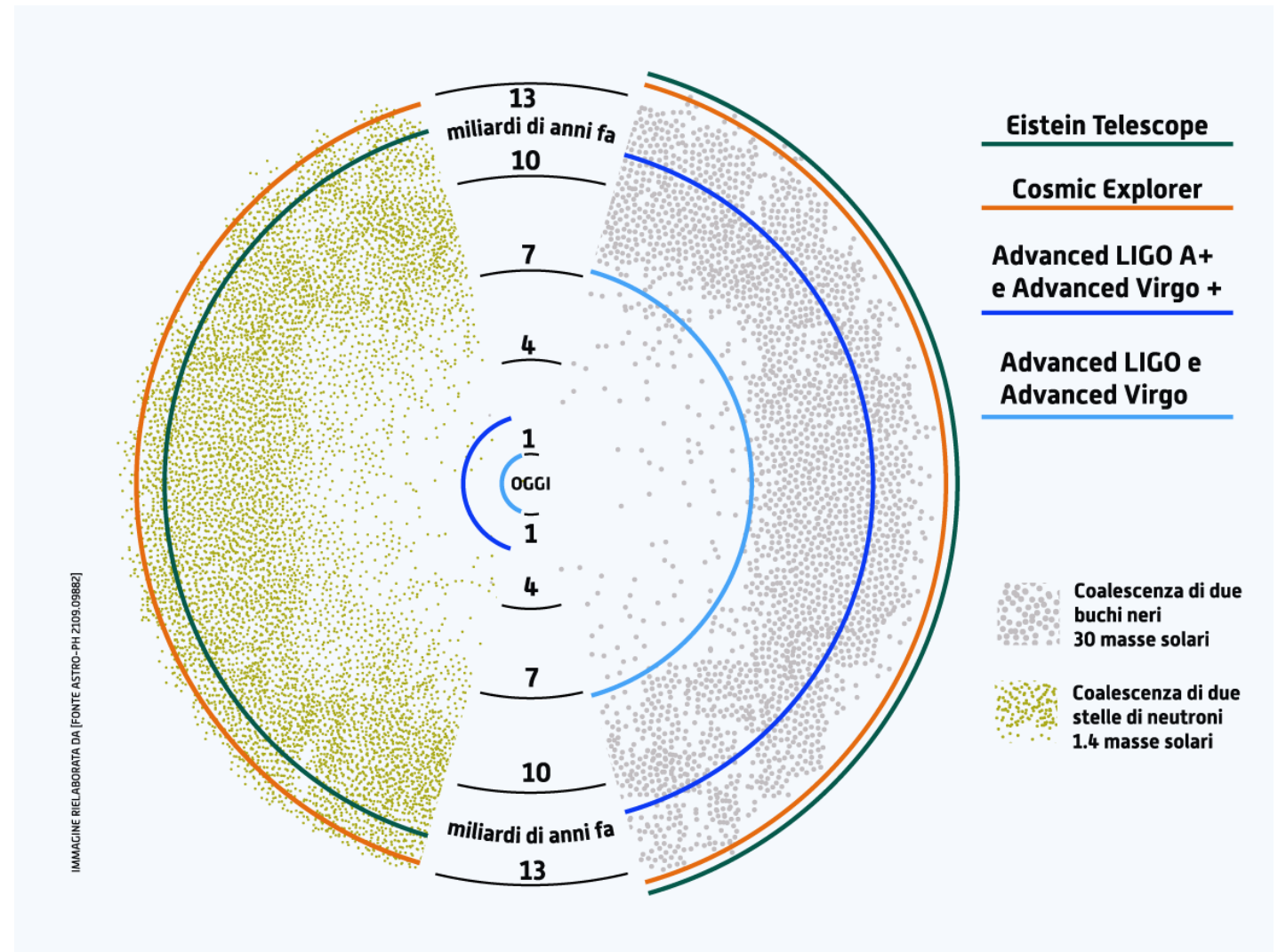


## Focusing on Quantum Physics

Symmetry 2022, 14, 2276  
<https://doi.org/10.3390/sym14112276>

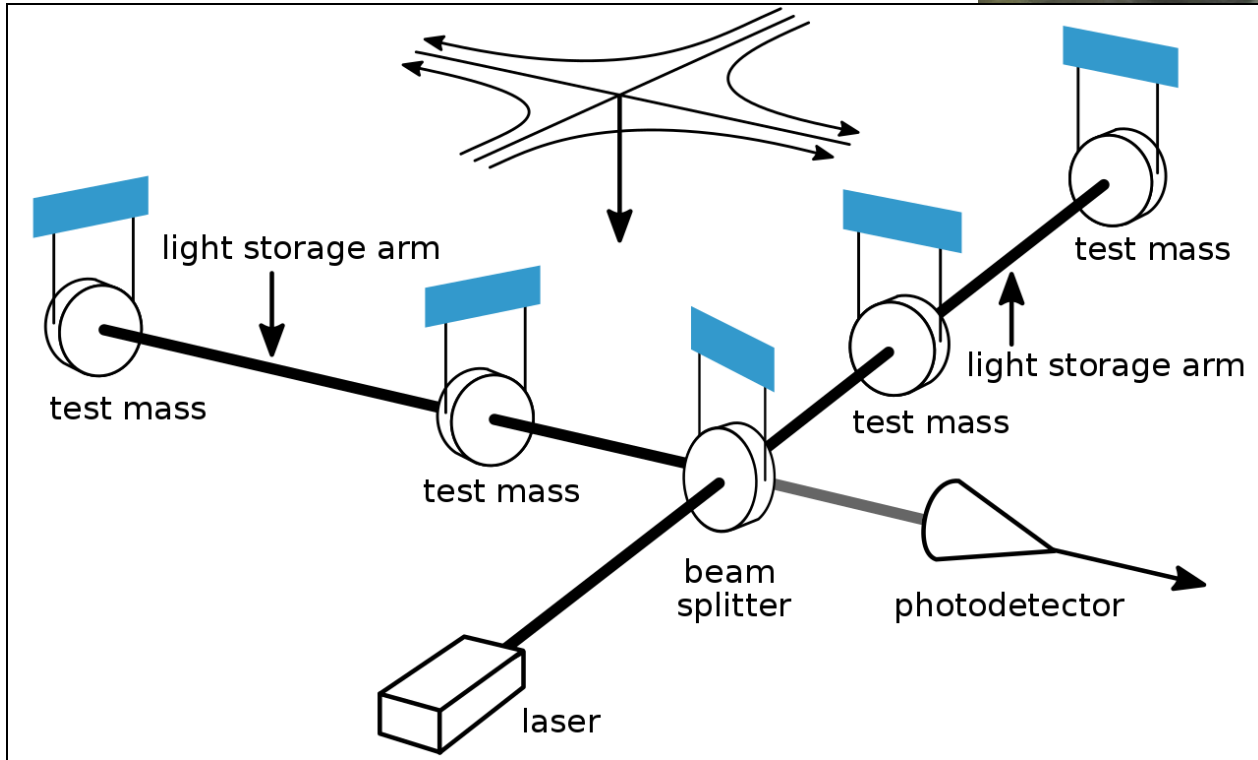
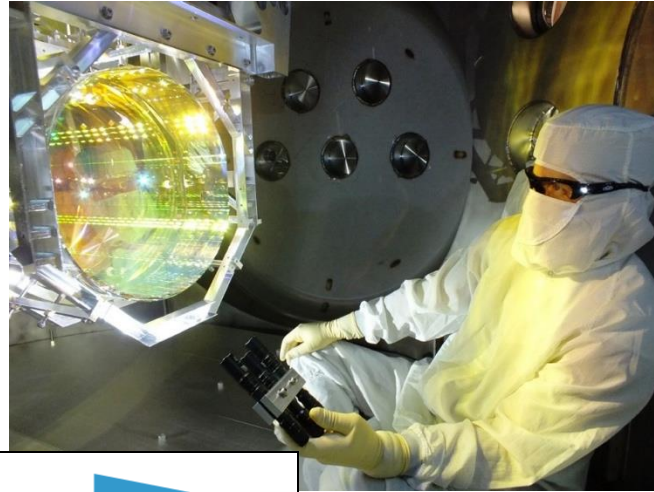
## Focusing on the Universe

- Binary Coalescences (early detection!)
  - Multimessenger Astronomy
- Early Universe Signals (deep horizon)
  - Hubble Constant Measurement

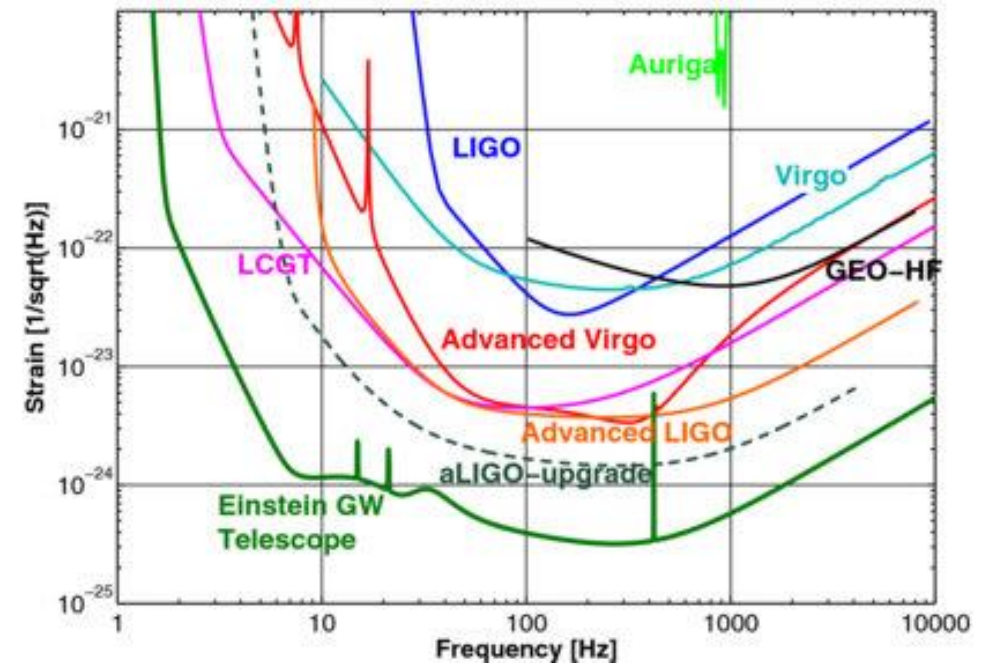


# Large scale Laser Interferometers (LIGOs, Virgo, Kagra)

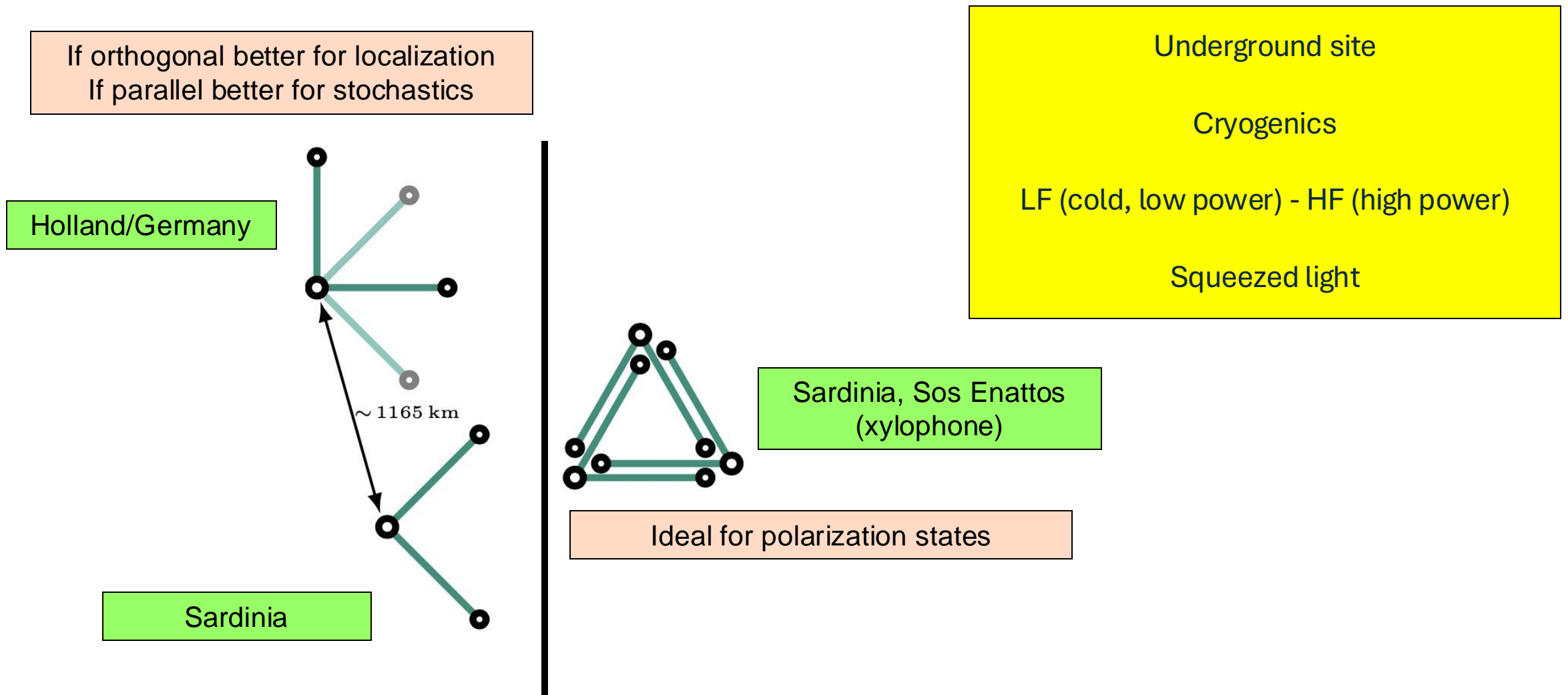
Fabry-Perot laser powered cavities



Noise structure

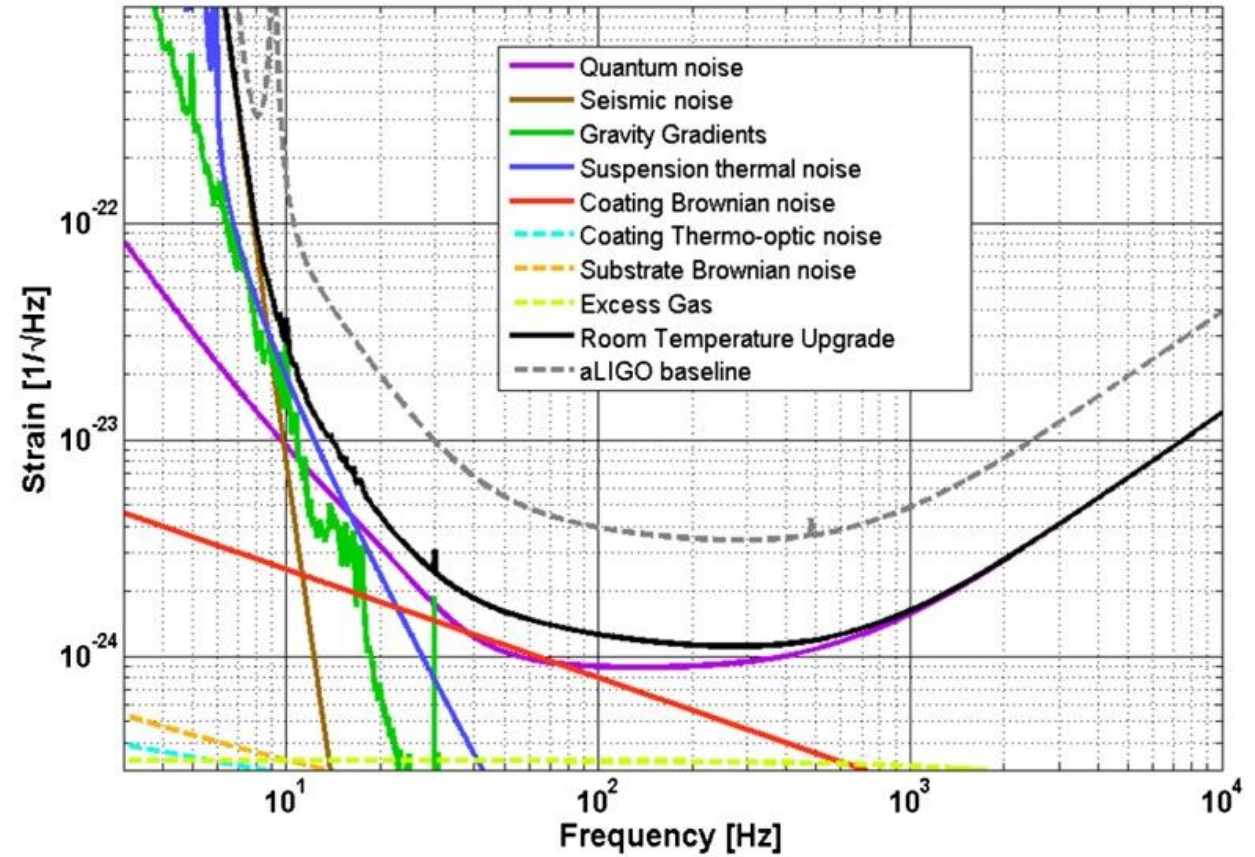
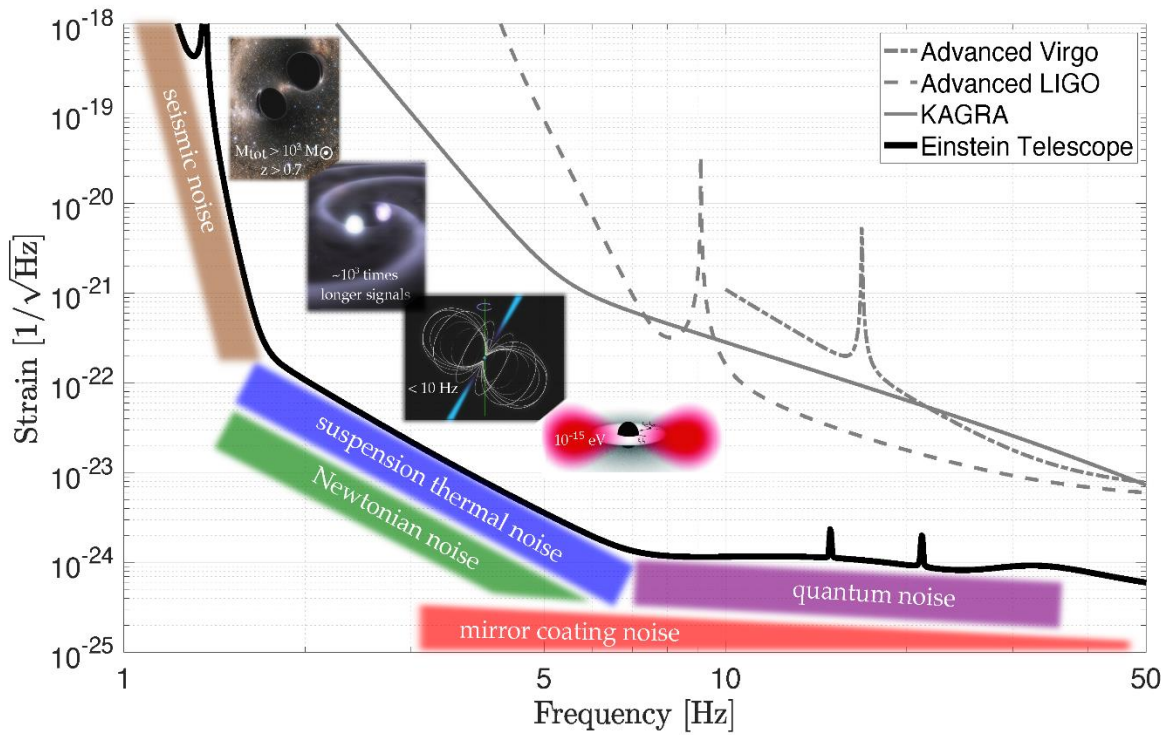






**Figure 1:** A schematic picture of the different geometries considered: two widely separated L-shaped detectors (either parallel or at  $45^\circ$ ), or a triangle made of three nested detectors.

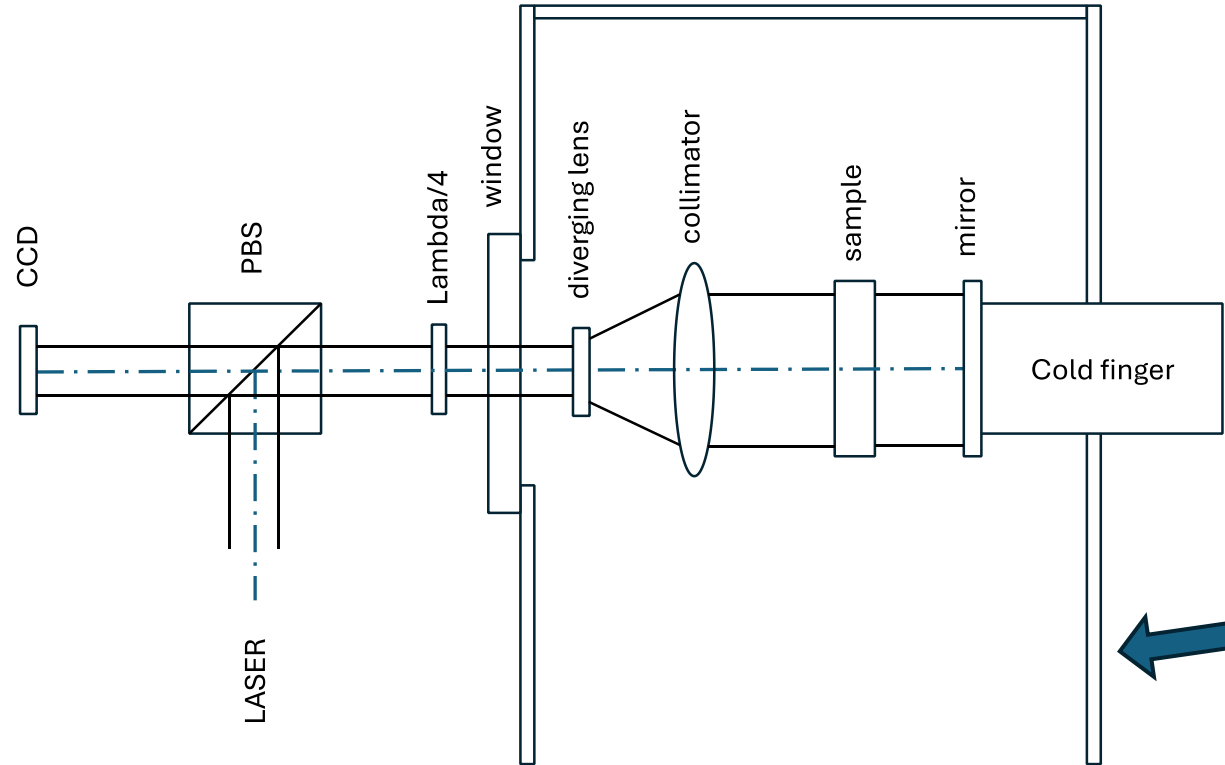
# Noise components



Limitations at low energy (Newtonian noise) cannot be beaten  
Need to go in space (Taiji, LISA)

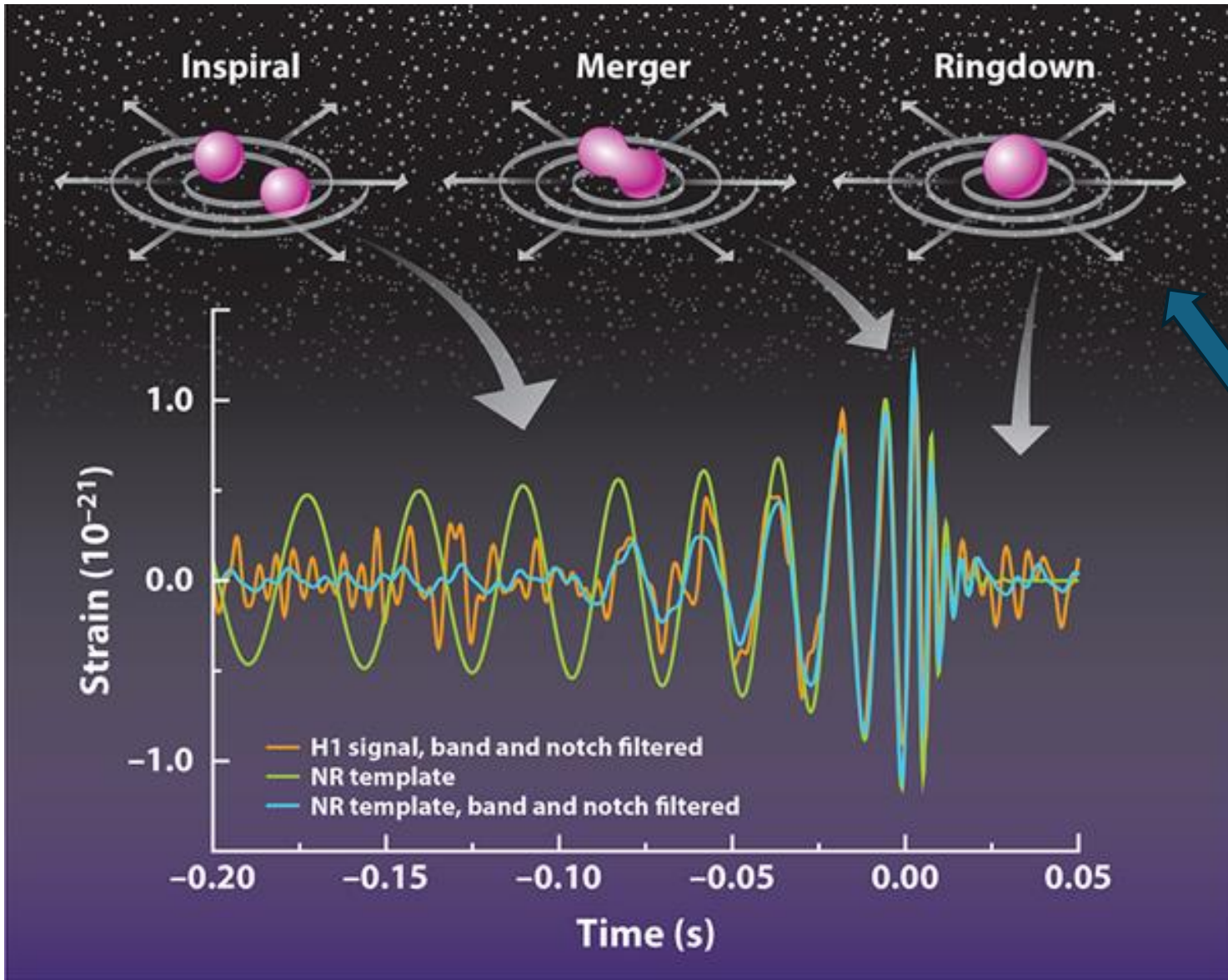
Birifringence induced by coatings (scheme by M. Potenza, G. Zavattini)

Possible scheme  
(Marco Potenza,  
Guido Zavattini)



Optical System (Ferrara)

Cryostat



Physics

Ringdown studies  
Quantum Physics (spin)  
«Matter» in extreme conditions



