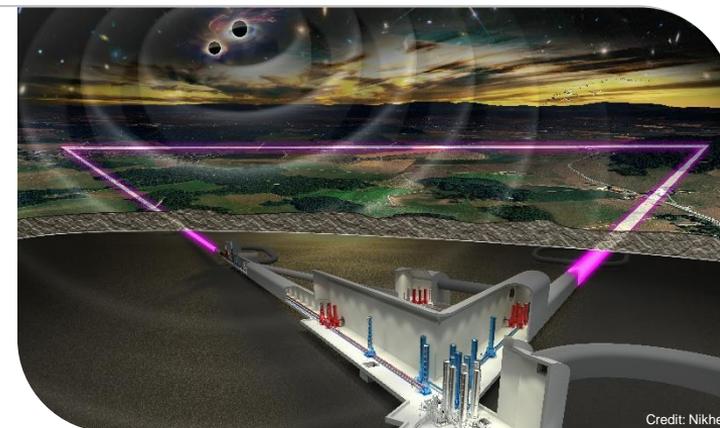
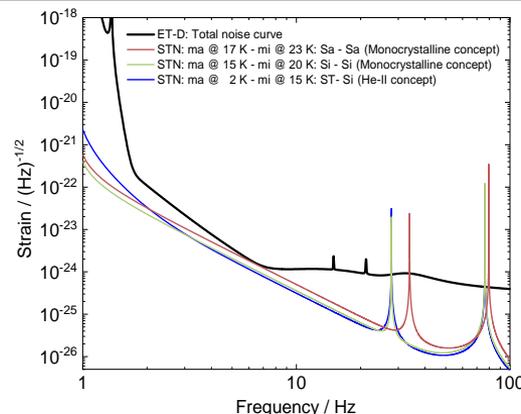
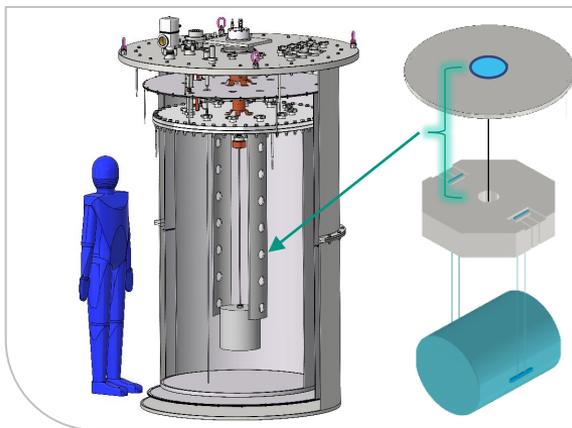


# Kryostatdesign zur Untersuchung kryogener Spiegelaufhängungen für das Einstein Teleskop in GRAVITHELIUM

Xhesika Koroveschi and Steffen Grohmann

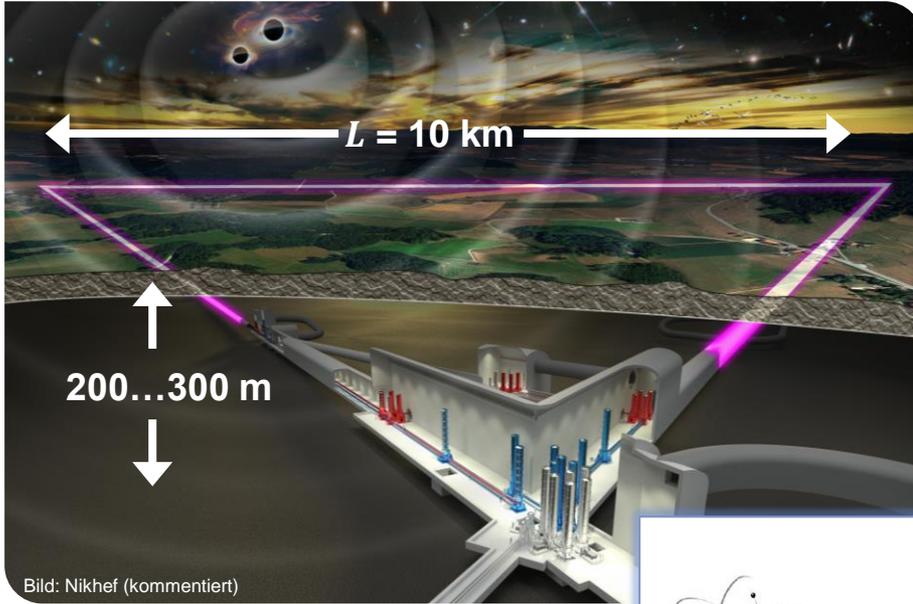
Deutsche Kälte-und Klimatagung  
21.11.2024, Dresden, Deutschland



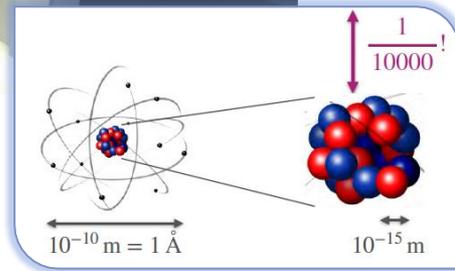
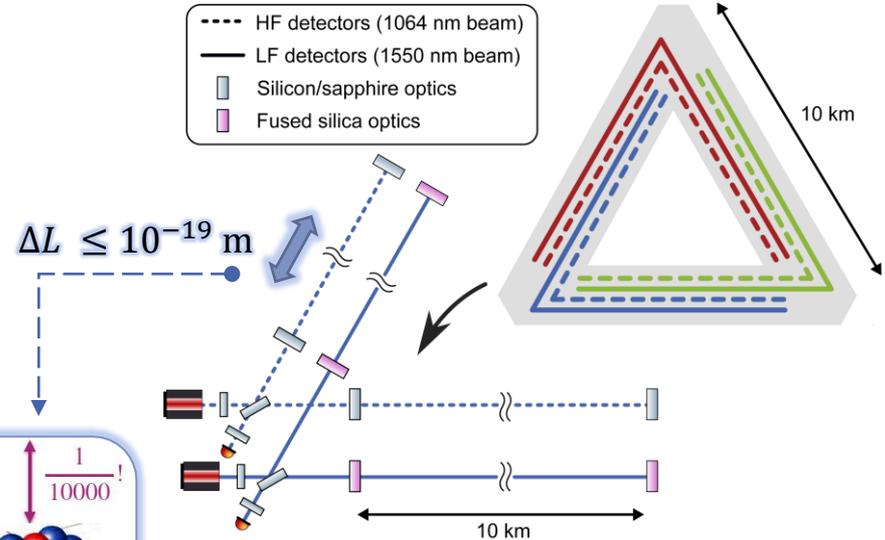
# Inhaltsverzeichnis

- Einstein Teleskop (ET)
- Design kryogener Payloads in ET
- GRAVITHELIUM Teststand
- Zusammenfassung & Ausblick

# Das Einstein Teleskop (ET)



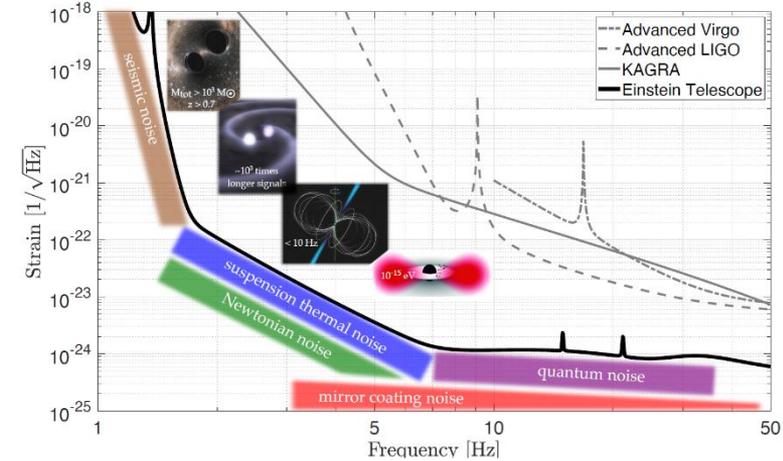
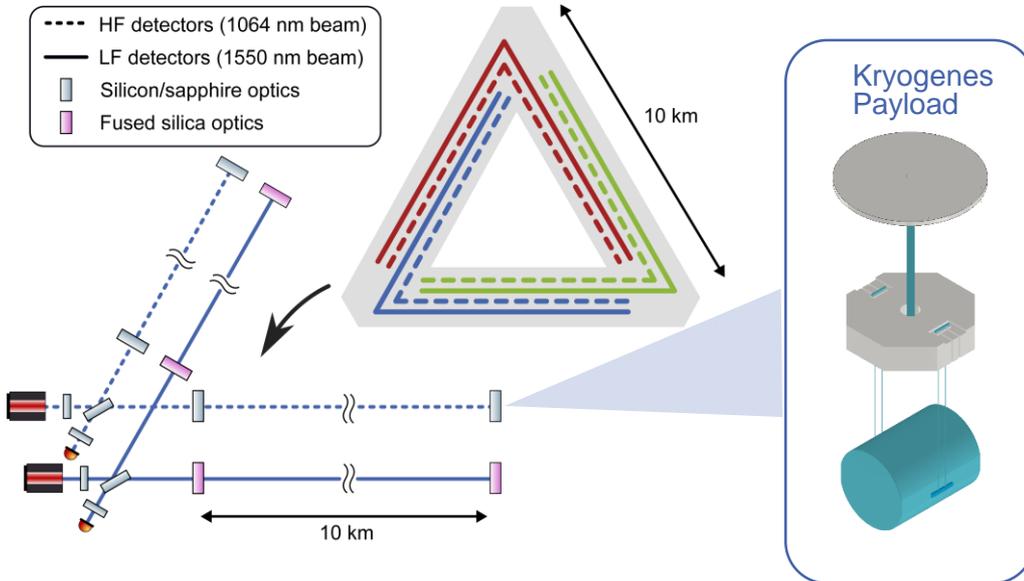
## ■ Gravitationswellendetektor 3. Generation



Quelle: Design Report Update 2020 for the Einstein Telescope.  
[Tech. Report ET-0007B-20](#) (adapted)

# Das Einstein Teleskop (ET)

## ■ Gravitationswellendetektor der 3. Generation



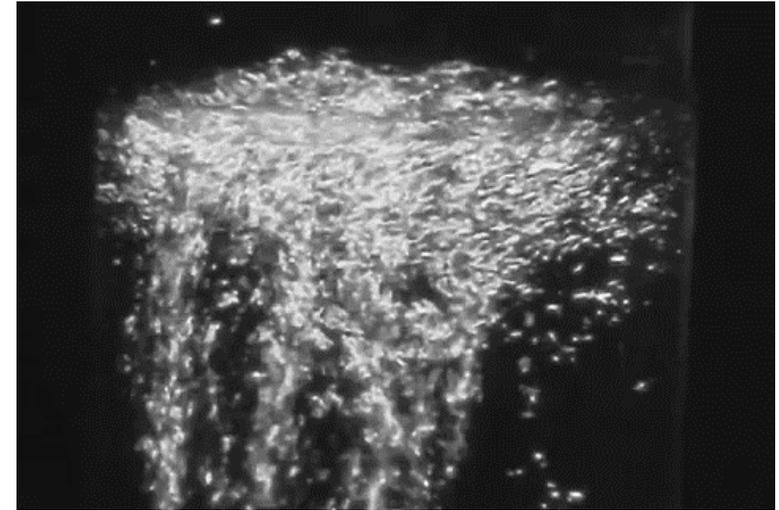
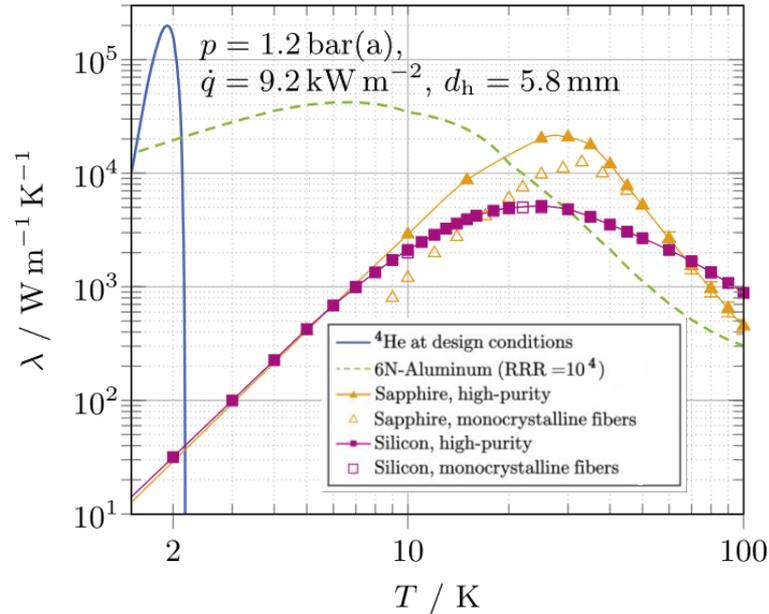
Quelle: S. D. Pace et al. (2022), DOI: [10.3390/galaxies10030065](https://doi.org/10.3390/galaxies10030065)

## ■ Suspension thermal noise (STN): Dominantes Rauschen bei $f < 10$ Hz

$$STN \sim T \phi_{susp}$$



# He-II: Das idealste Fluid zum Wärmeabfuhr im ET-LF?



He-II Transition



[Liquid Helium II the superfluid \(part 2 The transition to the superfluid state\) - YouTube](#)

He-II: außergewöhnliche Wärmeübertragungseigenschaften

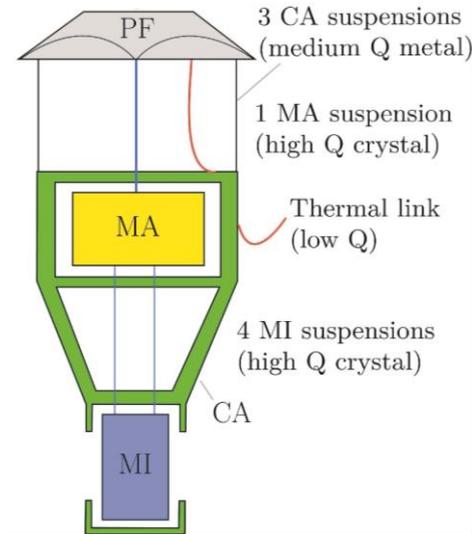
und **ultra-leise** !

# Design des kryogenen ET-LF Payload

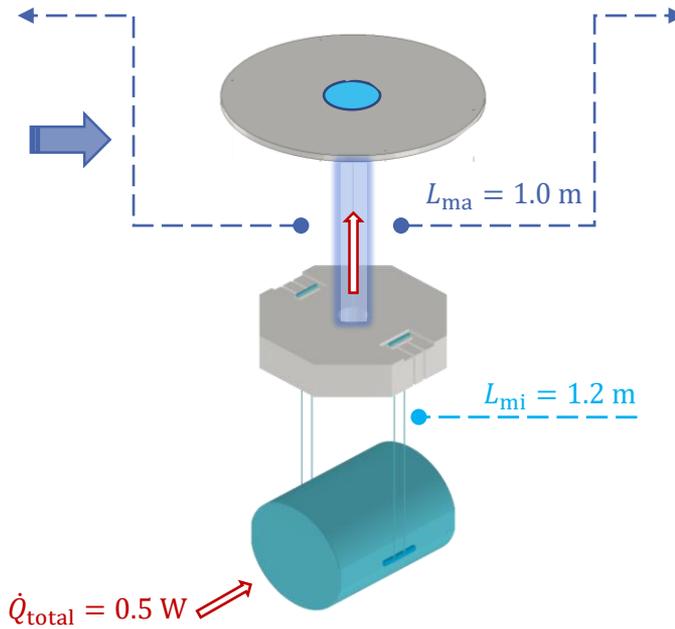


Publikation

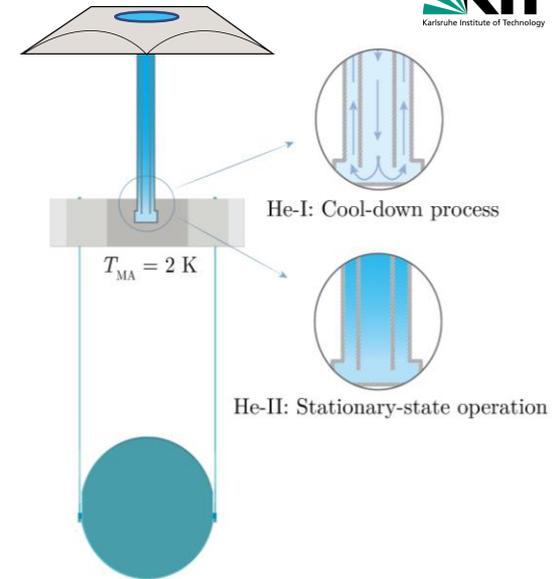
## ■ Monokristalline Aufhängung



Zwei Konzepte zur Wärmeabfuhr



## ■ He-II-gefüllte Aufhängungsröhre



Quelle: X. Korovesi et al. (2023), DOI: [10.1103/PhysRevD.108.123009](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.108.123009)

# GRAVITHELIUM

---

## Teststand zur Untersuchung von kryogenen Spiegelaufhängungen



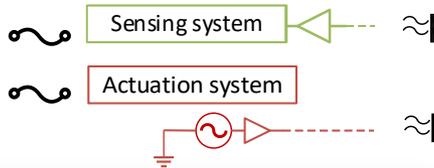
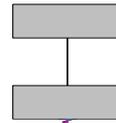
## GRAVITHELIUM

Gravitational wave detectors  
cooled with superfluid helium

# Dissipationsmechanismen in Aufhängungen

$$\phi_{\text{susp}} = \underbrace{\phi_{\text{bulk}} + \phi_{\text{thermoelastic}} + \phi_{\text{surface}}}_{\text{Intrinsische Dissipationen}} + \phi_{\text{extrinsic}}$$

## ■ Intrinsische Dissipationen

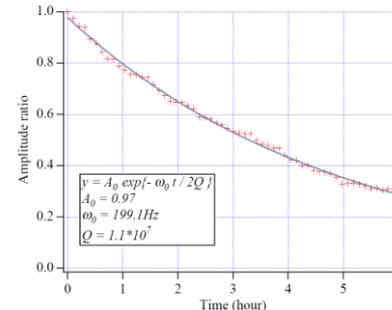


Dissipationen werden mittels  $Q$ -Faktor Messungen untersucht

## ■ Extrinsische Dissipationen

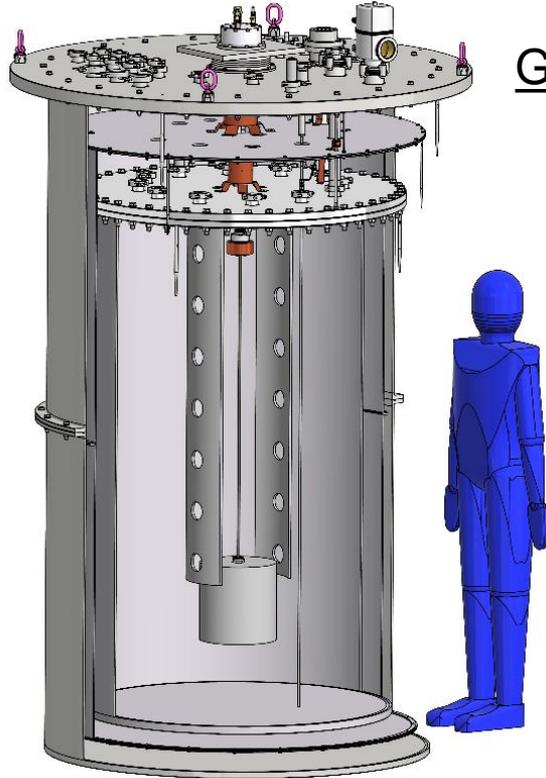


- Klemmverluste
- Rückstoßverluste
- Gasdämpfungsverluste
- Wirbelstromverluste



Quelle: Uchiyama et al (2000), DOI: [10.1016/S0375-9601\(00\)00514-4](https://doi.org/10.1016/S0375-9601(00)00514-4)

# GRAVITHELIUM Zielsetzung



## GRAVITHELIUM Teststand:

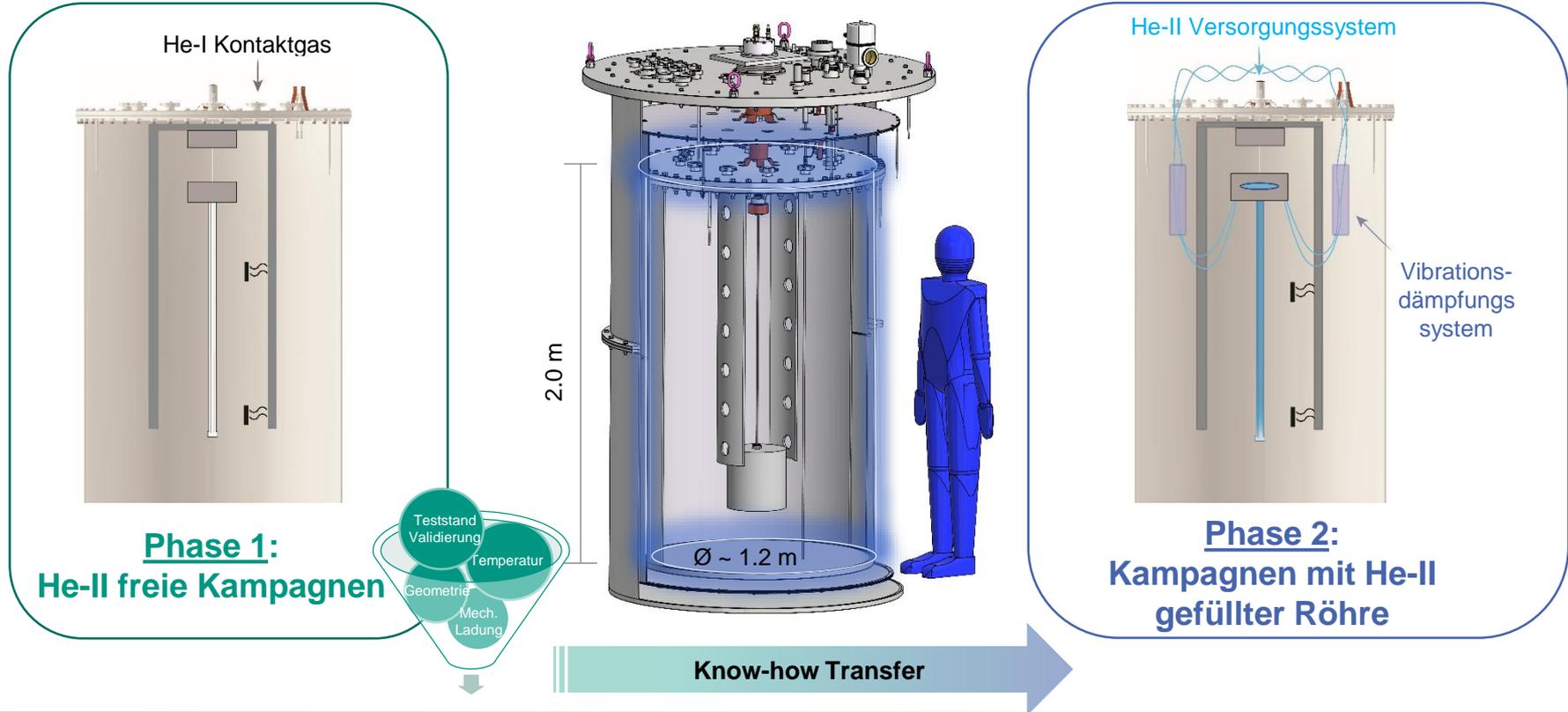
- Untersuchung von Dissipationsmechanismen in Aufhängungen im vollen Maßstab
- Erstmals Integration von He-II in Q-Messungen
- Konzeptvalidierung für He-II-basierte Kühlung vom ET-LF Payload

Monokristallin Stäbe

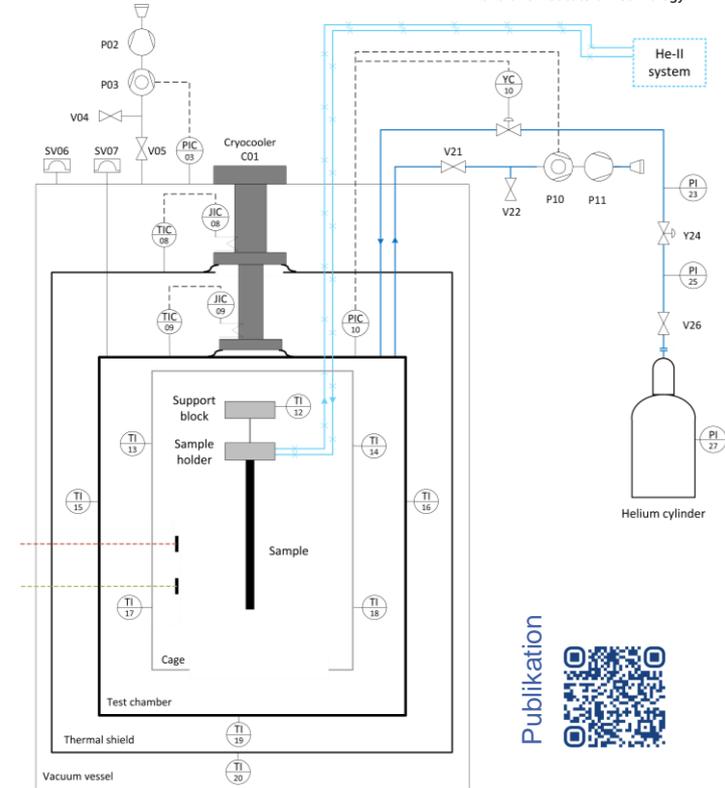
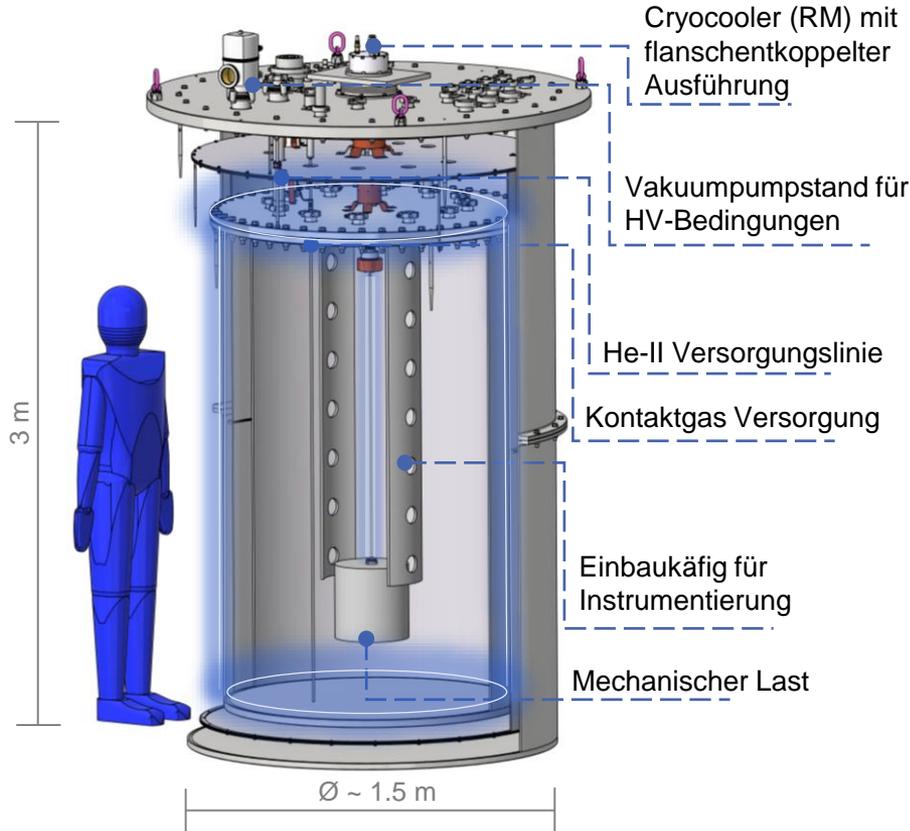
Leere Röhren

He-II-gefüllte Röhre

# Experimentelle Kampagnen



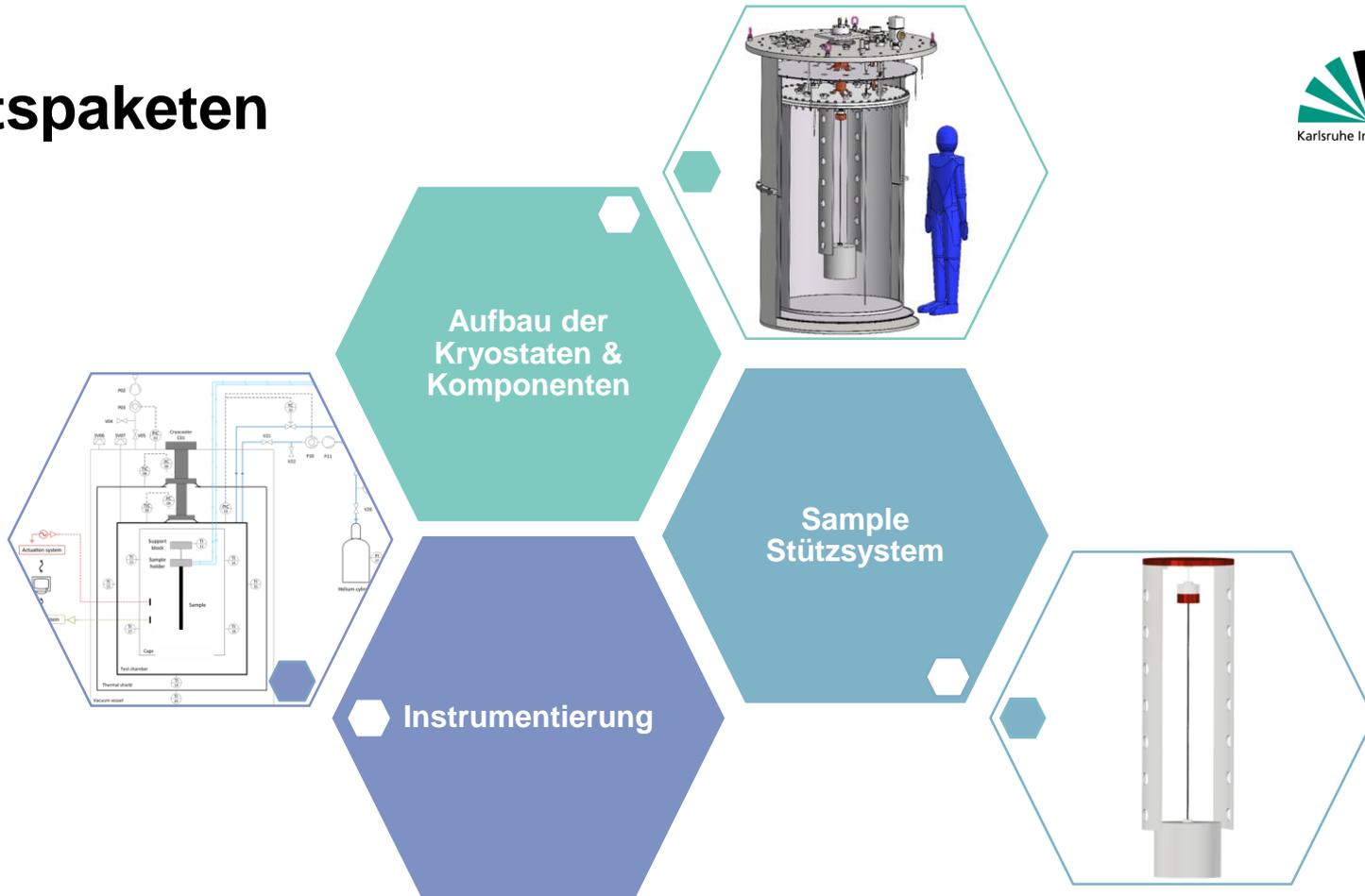
# Testkryostat Design



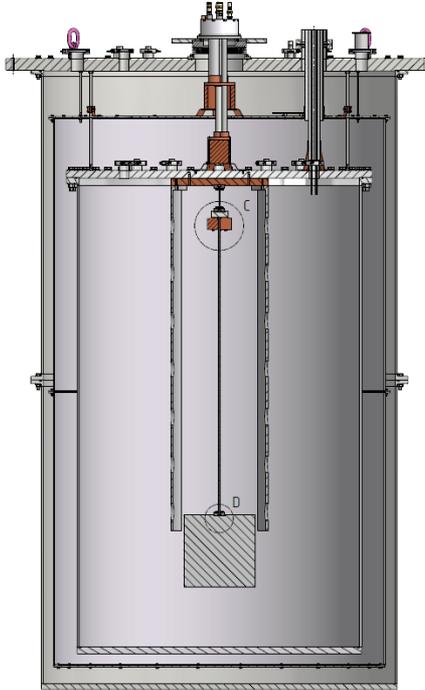
Publikation



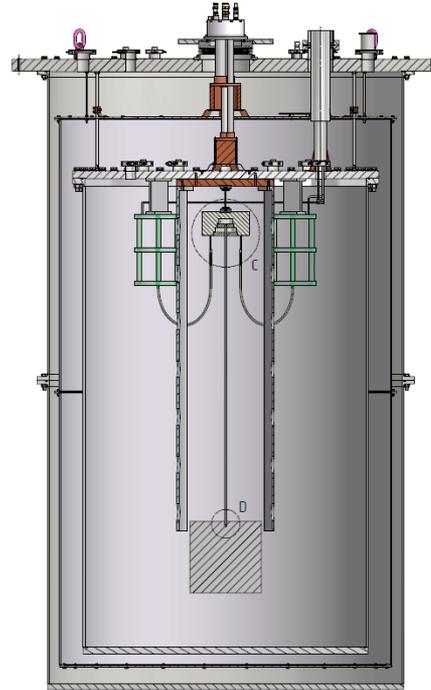
# Arbeitspaketen



# Design GRAVITHELIUM Teststand



**Phase 1:**  
He-II freie Kampagnen



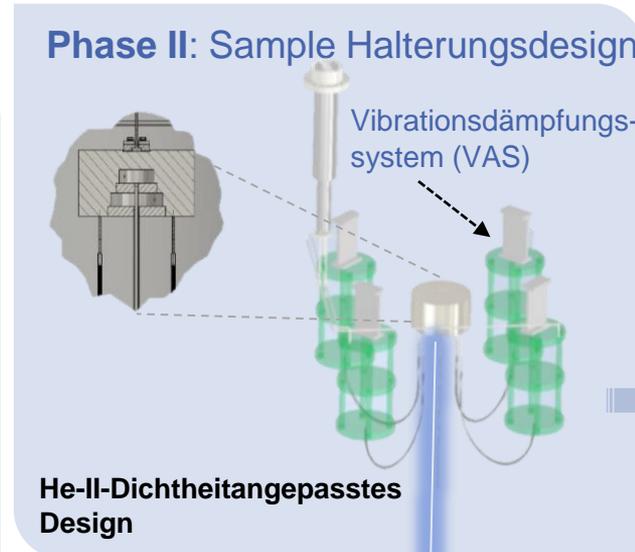
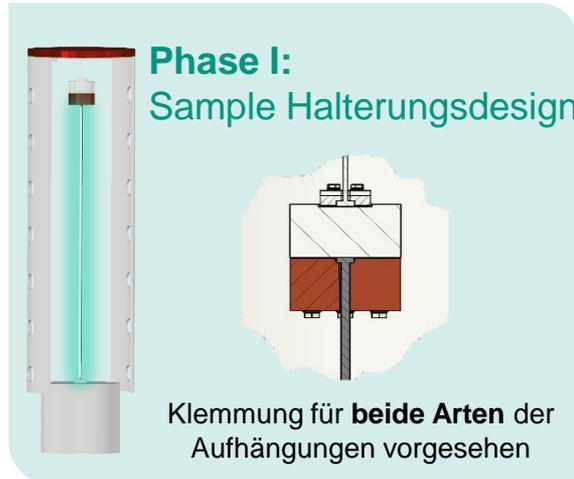
**Phase 2:**  
Kampagnen mit He-II gefüllter Röhre



# Entwicklung von Schlüsseltechnologien

- ✓ Erstes Design vom Sample-Stützsysteem für beide Phasen
- ⚙️ Optimierung des Sample-Stützsystems (Modal Analyse)

Sample  
Stützsysteem



ⓘ Entwicklung vom VAS mit Industriepartner



Physikalische Erkenntnisse über den He-II-Dissipationsmechanismen

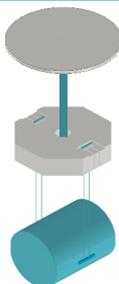
# Zusammenfassung & Ausblick

## Einstein Teleskop

- Gravitationswellendetektor 3. Generation
- Kryogenes Payload essenziell für Detektorsensitivität
- He-II-basiertes Kühlungskonzept @ KIT
  - hohe Wärmeleitfähigkeit & ultra-leise

## GRAVITHELIUM

- Untersuchung kryogener Spiegelaufhängungen
- Erkenntnisse über den He-II-Dissipations-mechanismen
- Entwicklung von Schlüsseltechnologien



**Validierung des He-II-basierten Kühlungskonzepts für ET**



**GRAVITHELIUM**  
Gravitational wave detectors cooled with superfluid helium



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

---

✉ [xhesika.koroveshi@kit.edu](mailto:xhesika.koroveshi@kit.edu)



[Organizational Unit: Refrigeration and Cryogenics at KIT - Karlsruhe, Germany](#)