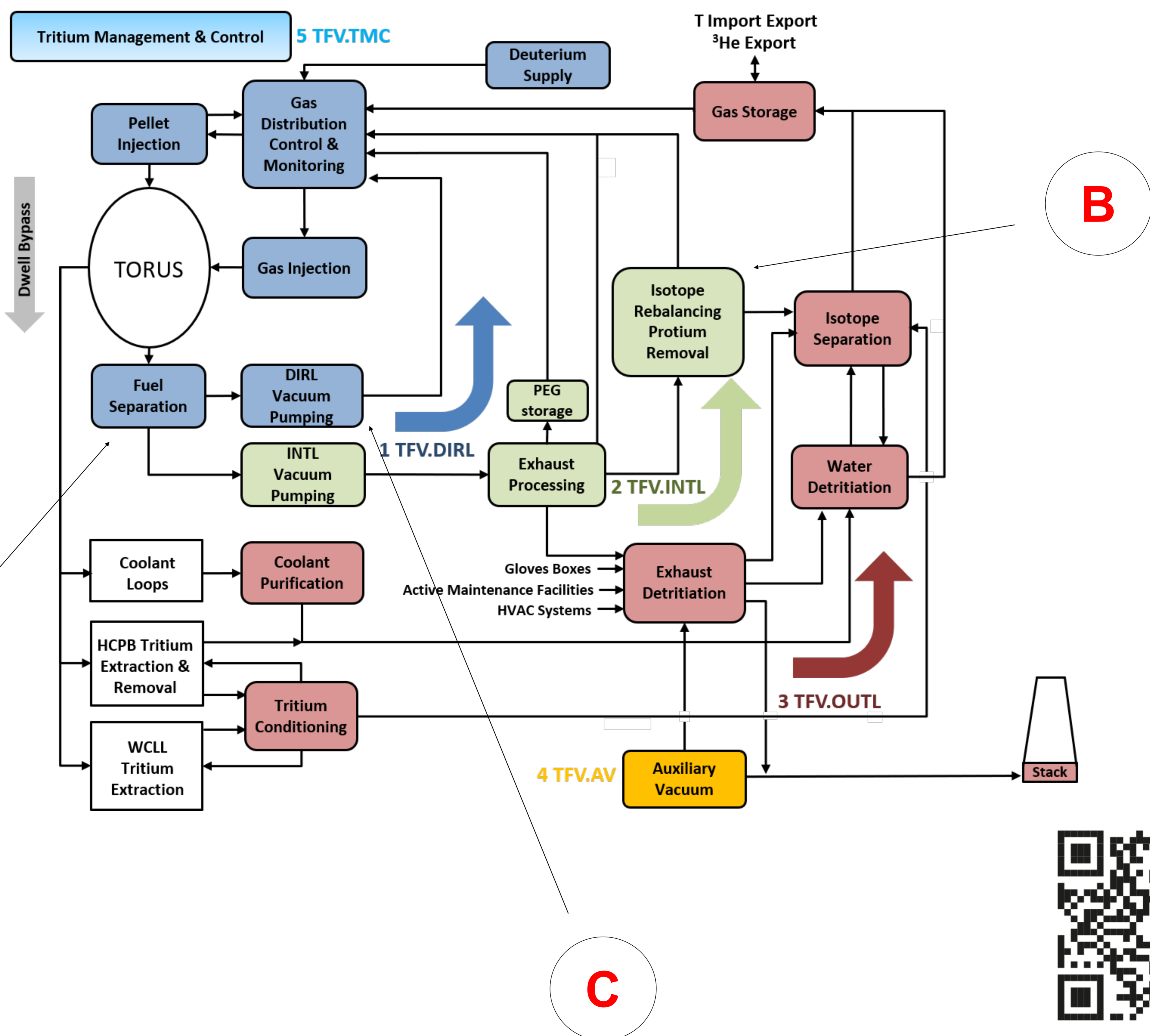
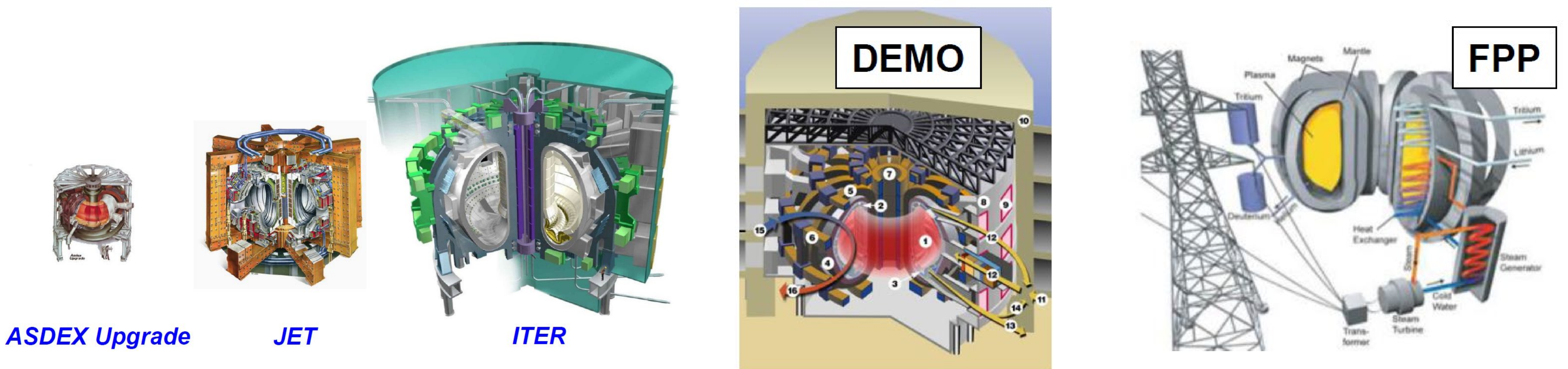


# Cooler Technik – Vakuum

Wir machen was aus Nichts!

## Kernfusion und Brennstoffkreislauf



Tag der offenen Tür am ITEP:  
[www.itep.kit.edu](http://www.itep.kit.edu)

# Cooler Technik – Vakuum

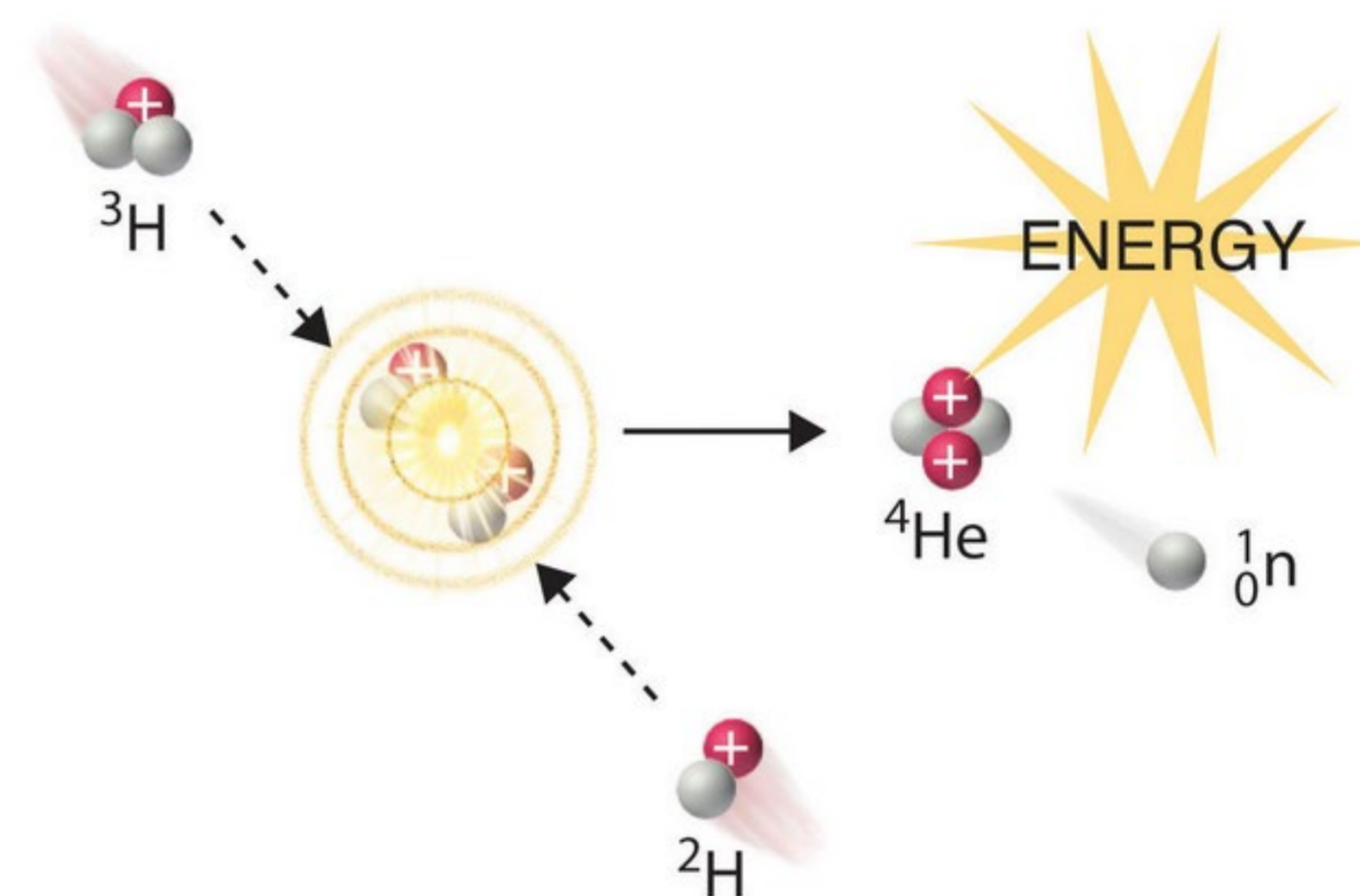
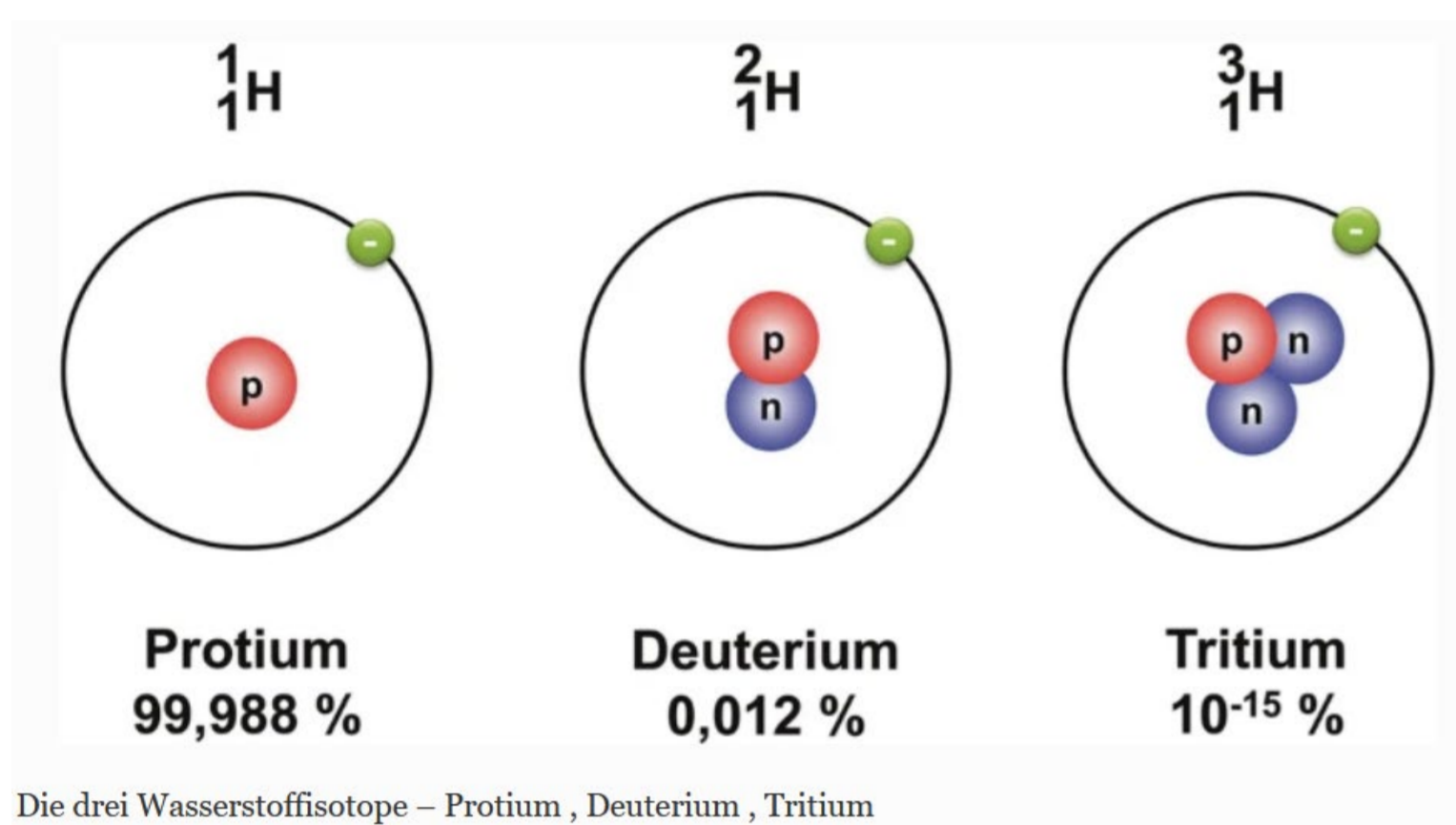
Wir machen was aus Nichts!

## Wasserstoff, Isotope und Separation

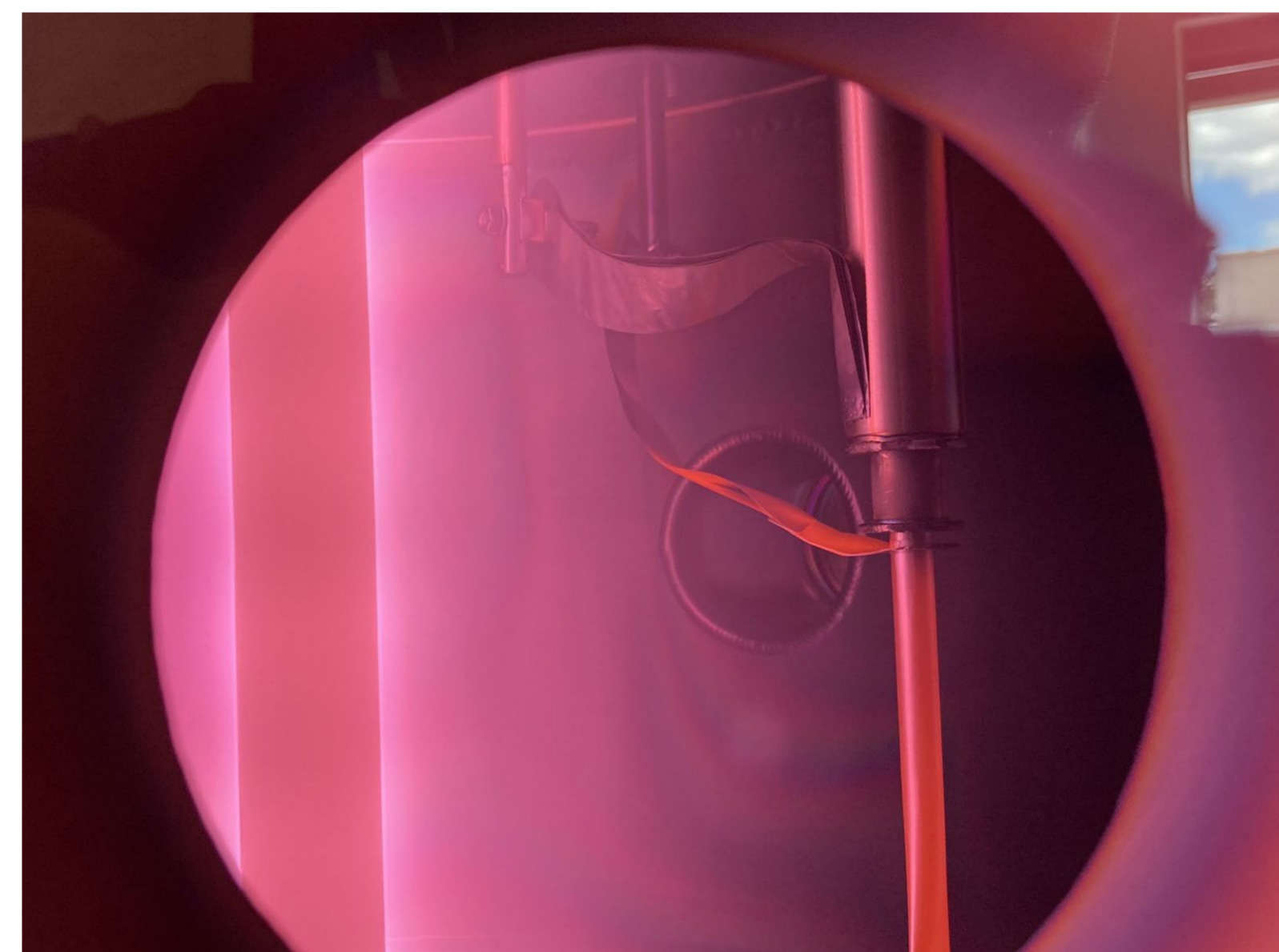
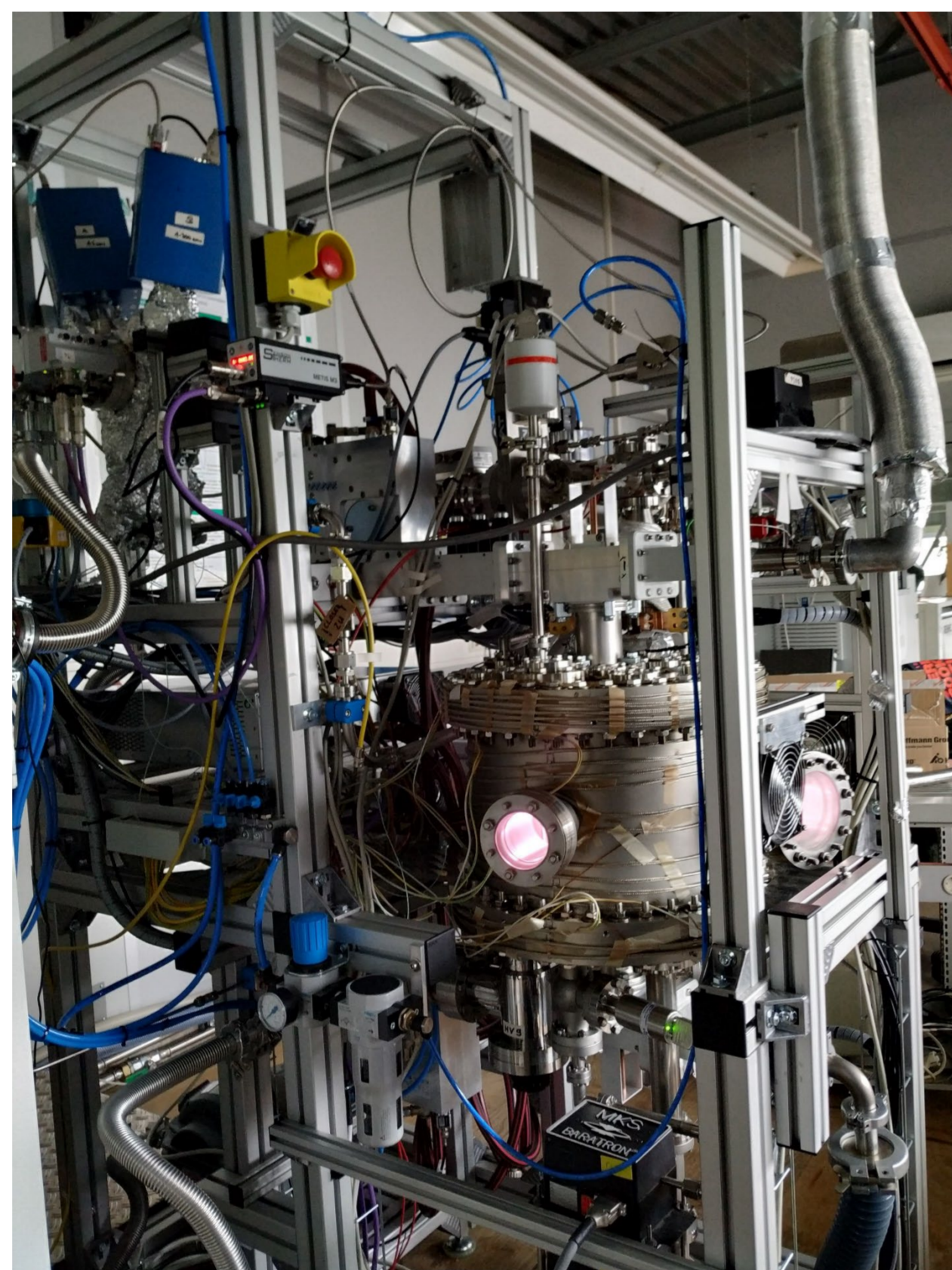
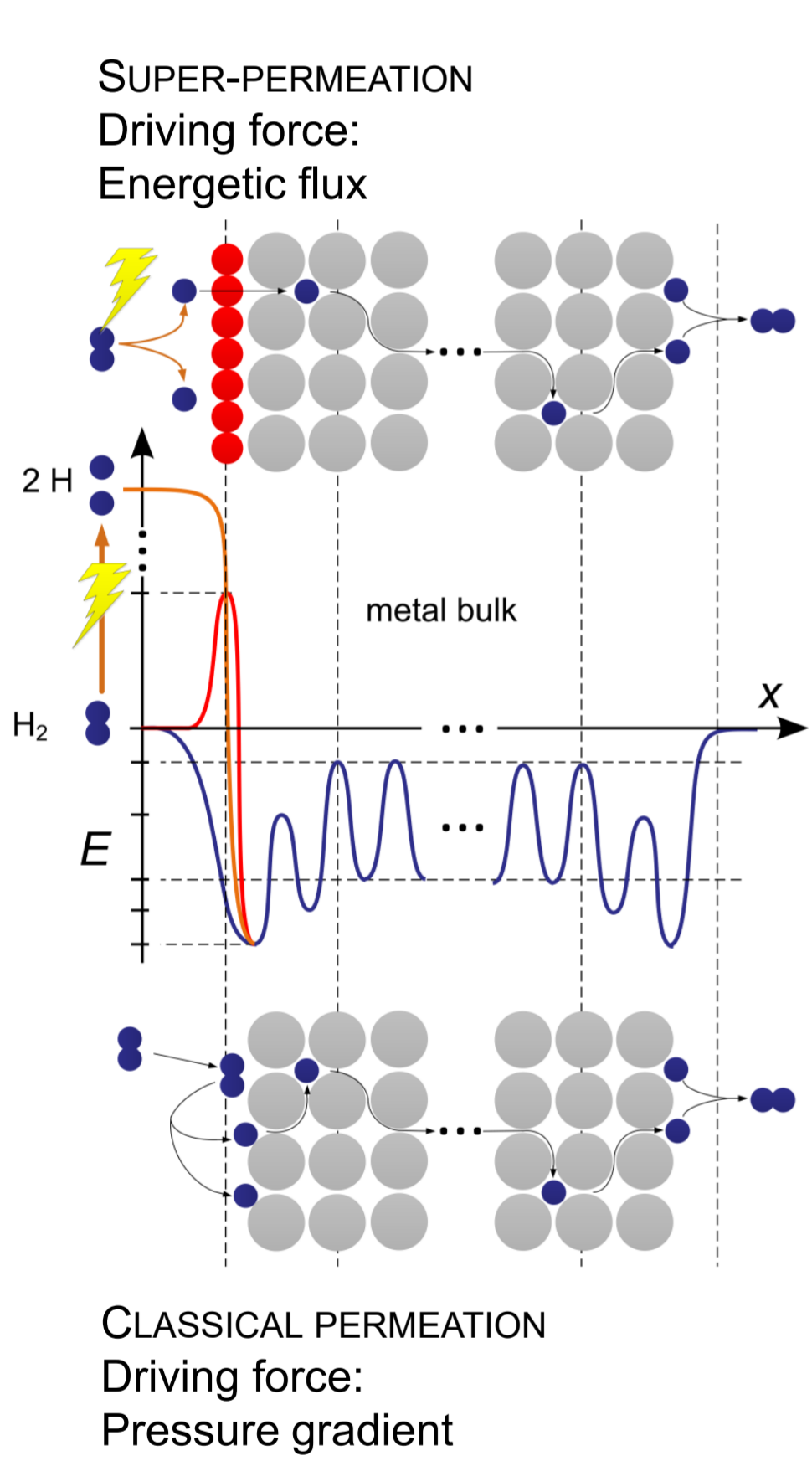
Was ist Wasserstoff? Chemisches Element - farblos - geruchlos - bei Normalbedingungen gasförmig

aber: Gibt es nur "einen" Wasserstoff?

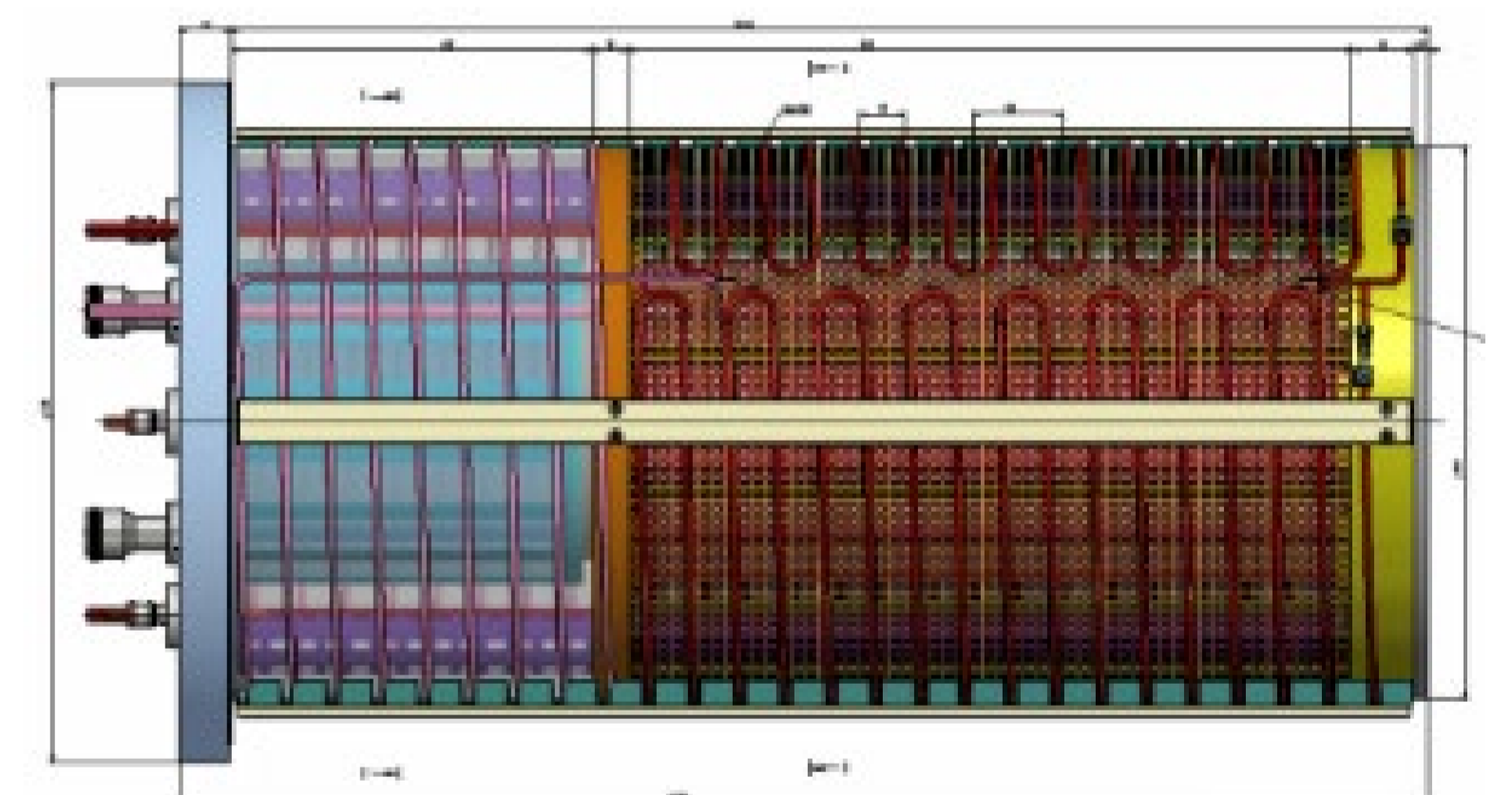
und: Für die Energiegewinnung mittels Kernfusion werden Deuterium und Tritium benötigt:



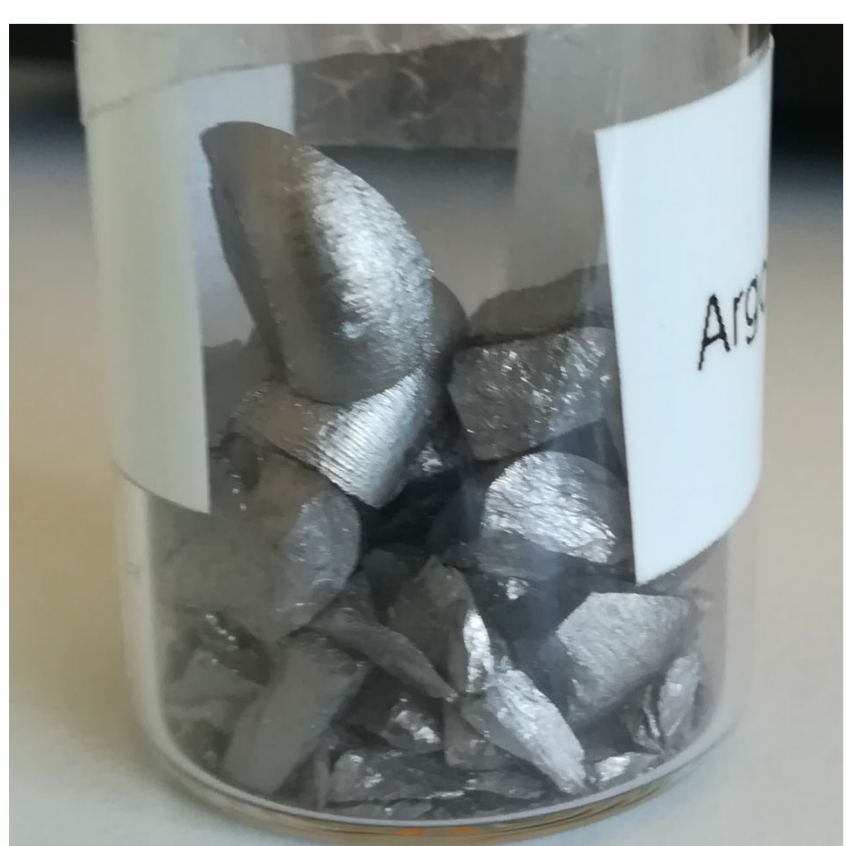
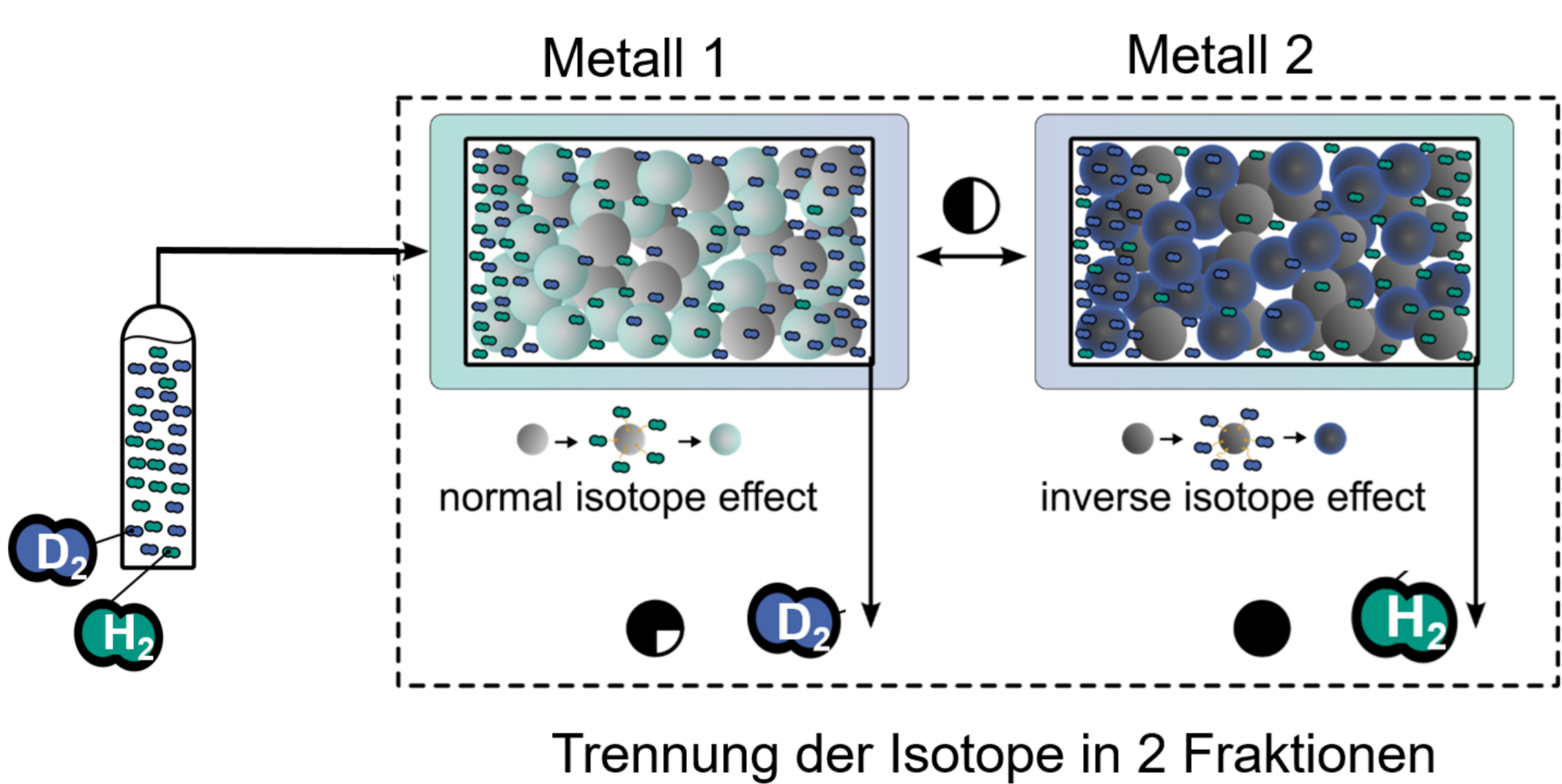
Abtrennung des unverbrauchten Wasserstoffs (98%) vom Abgasstrom per Metallfolienpumpe (in Entwicklung) zur direkten Rückführung als Brennstoff.



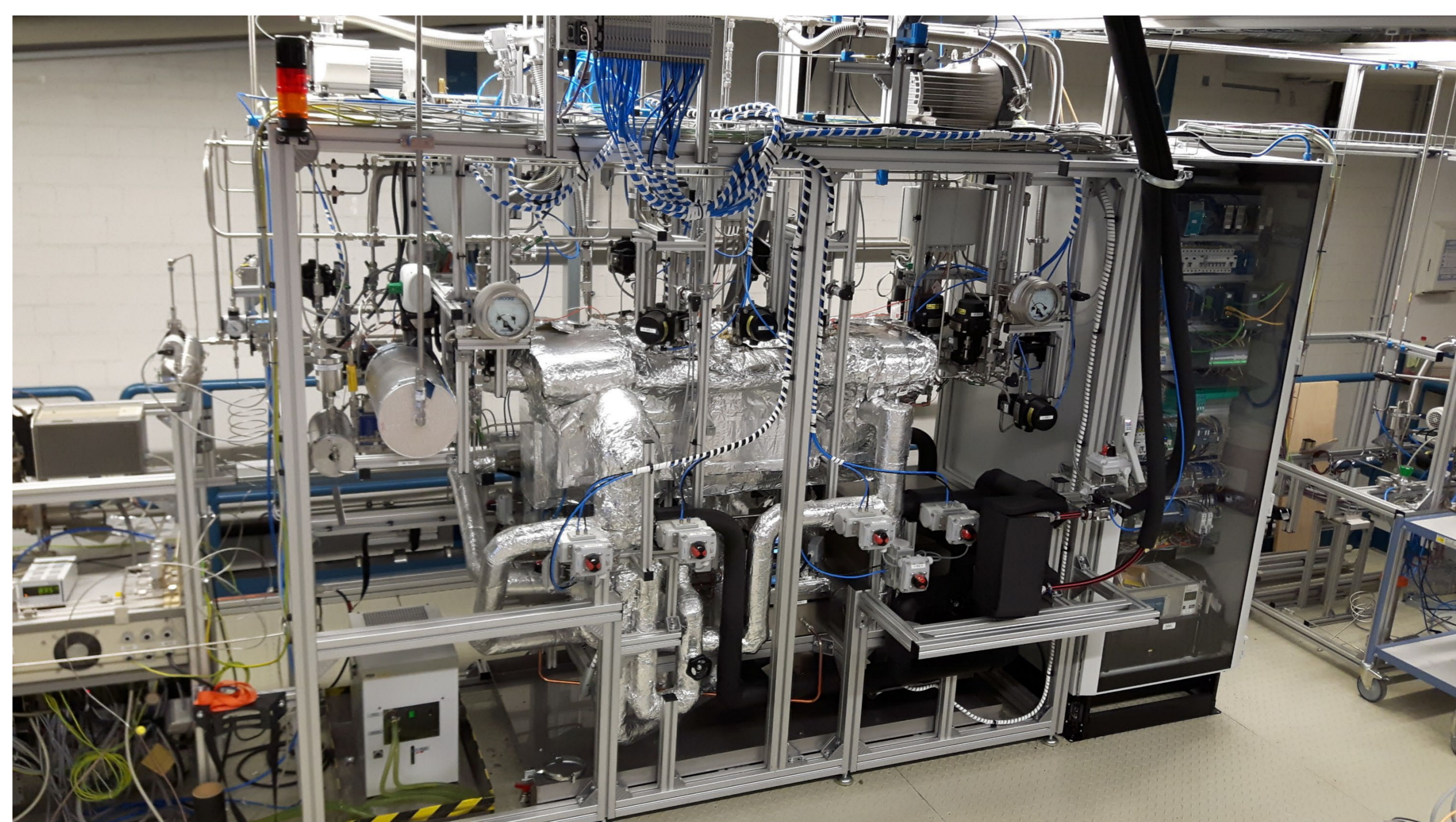
A



Wie können Wasserstoffisotope aus Gasgemischen abgetrennt werden?



- thermal cycling
- extraction heavies
- extraction lights



B



Tag der offenen Tür am ITEP:  
[www.itep.kit.edu](http://www.itep.kit.edu)

## Cooler Technik – Vakuum

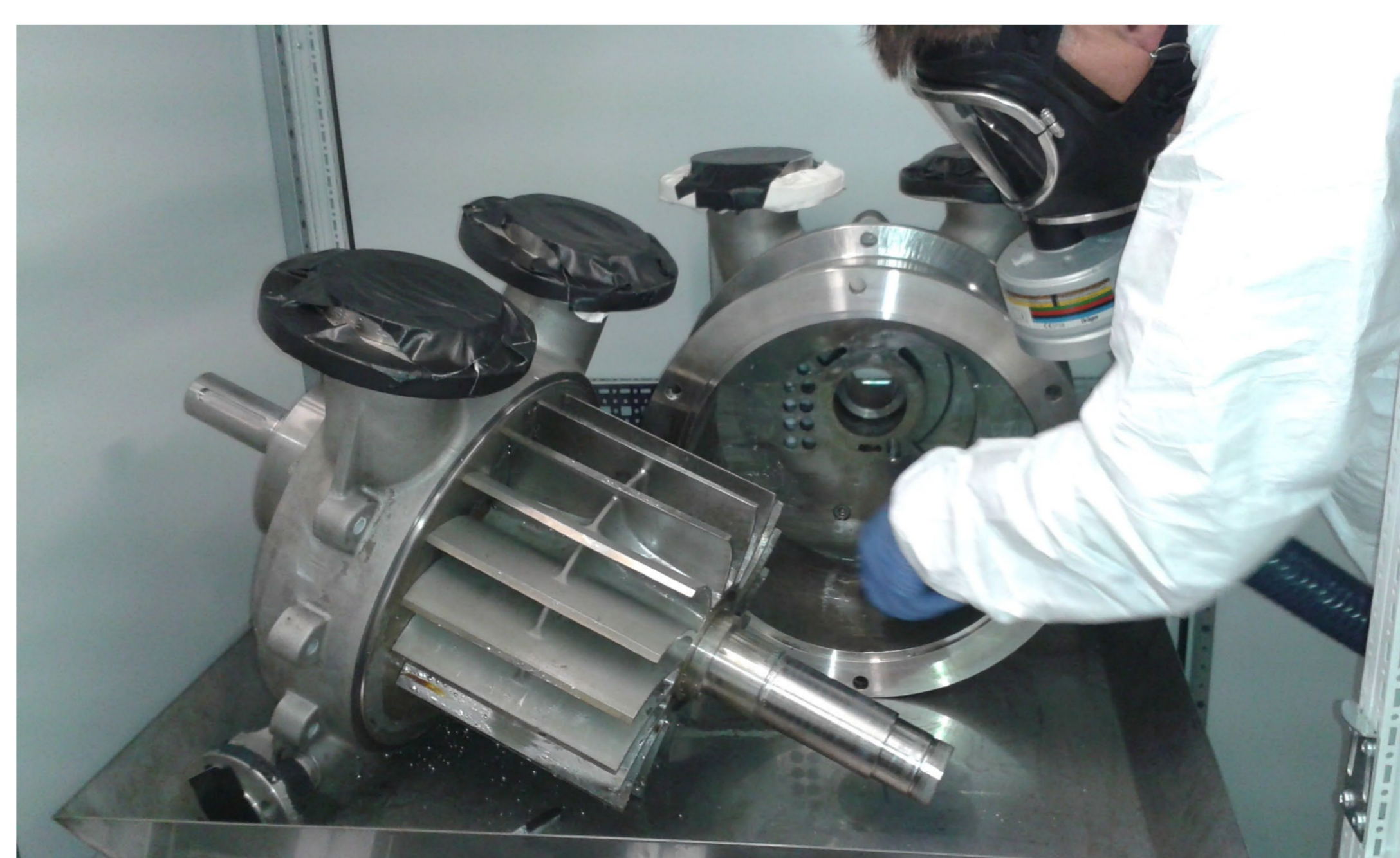
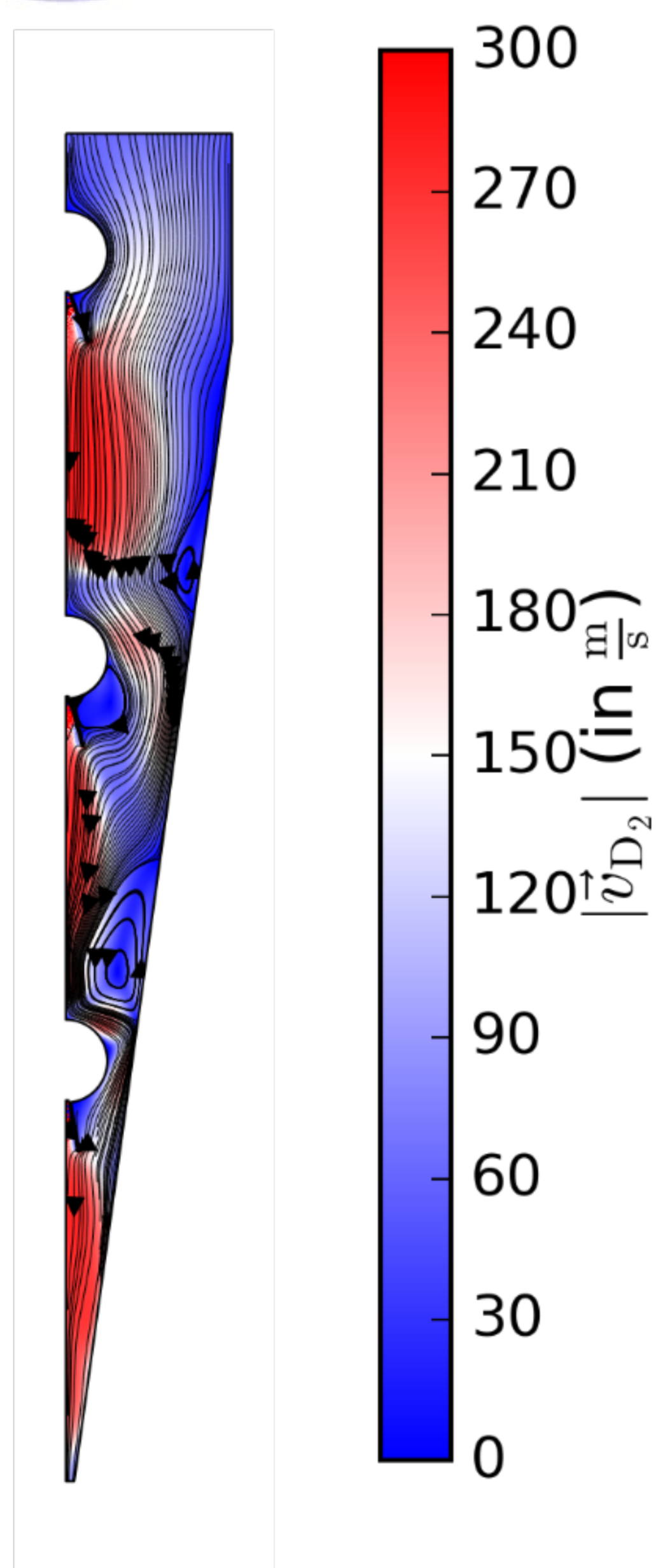
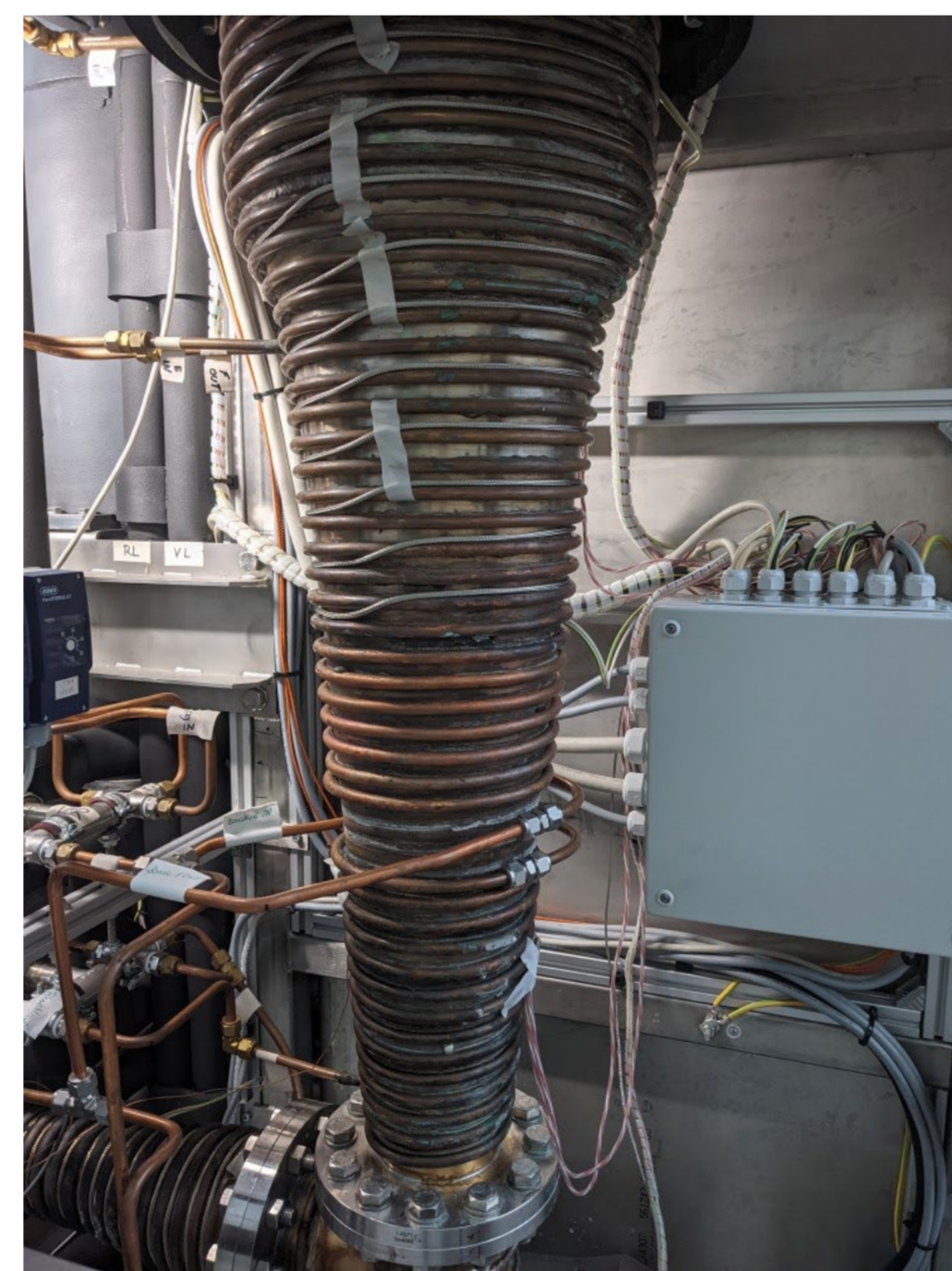
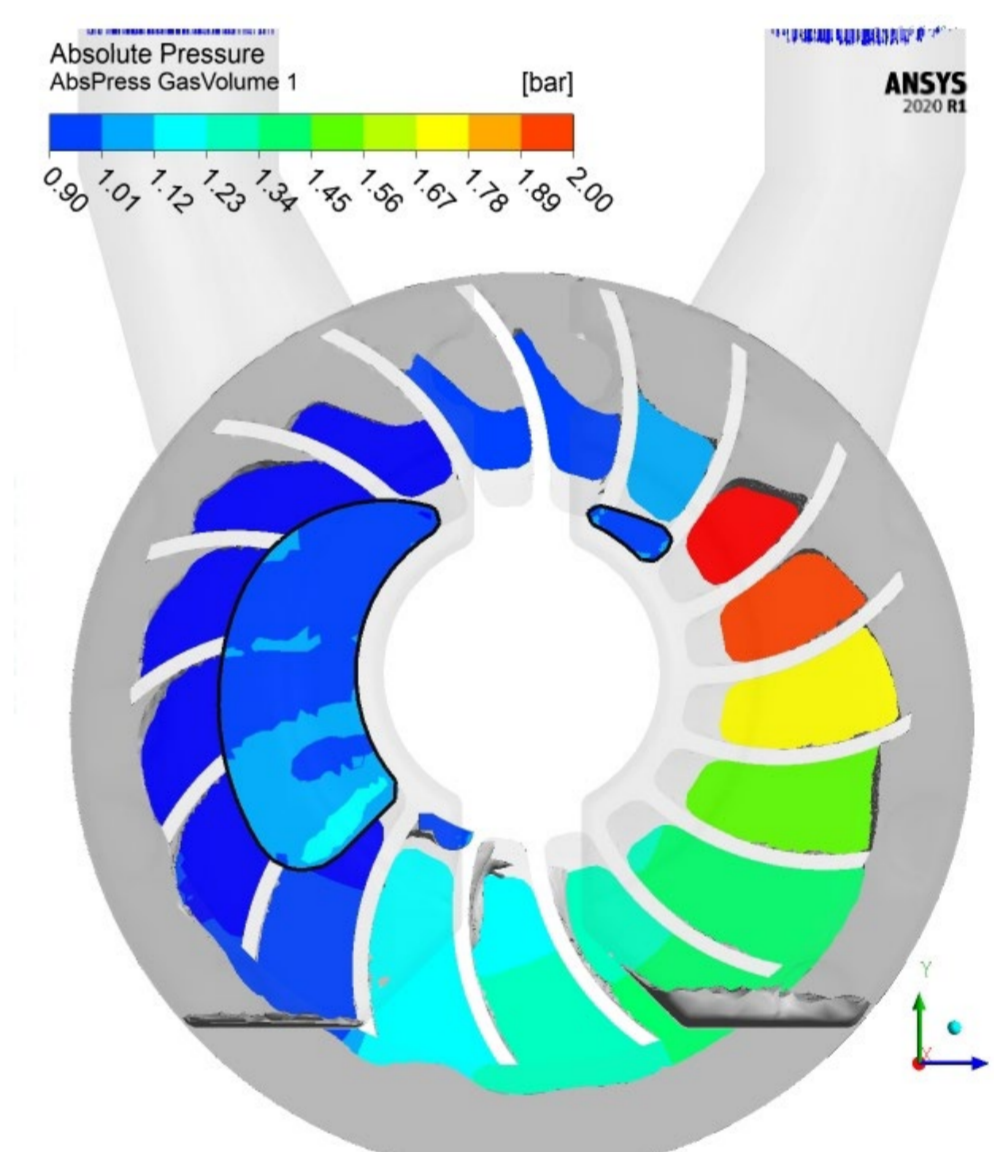
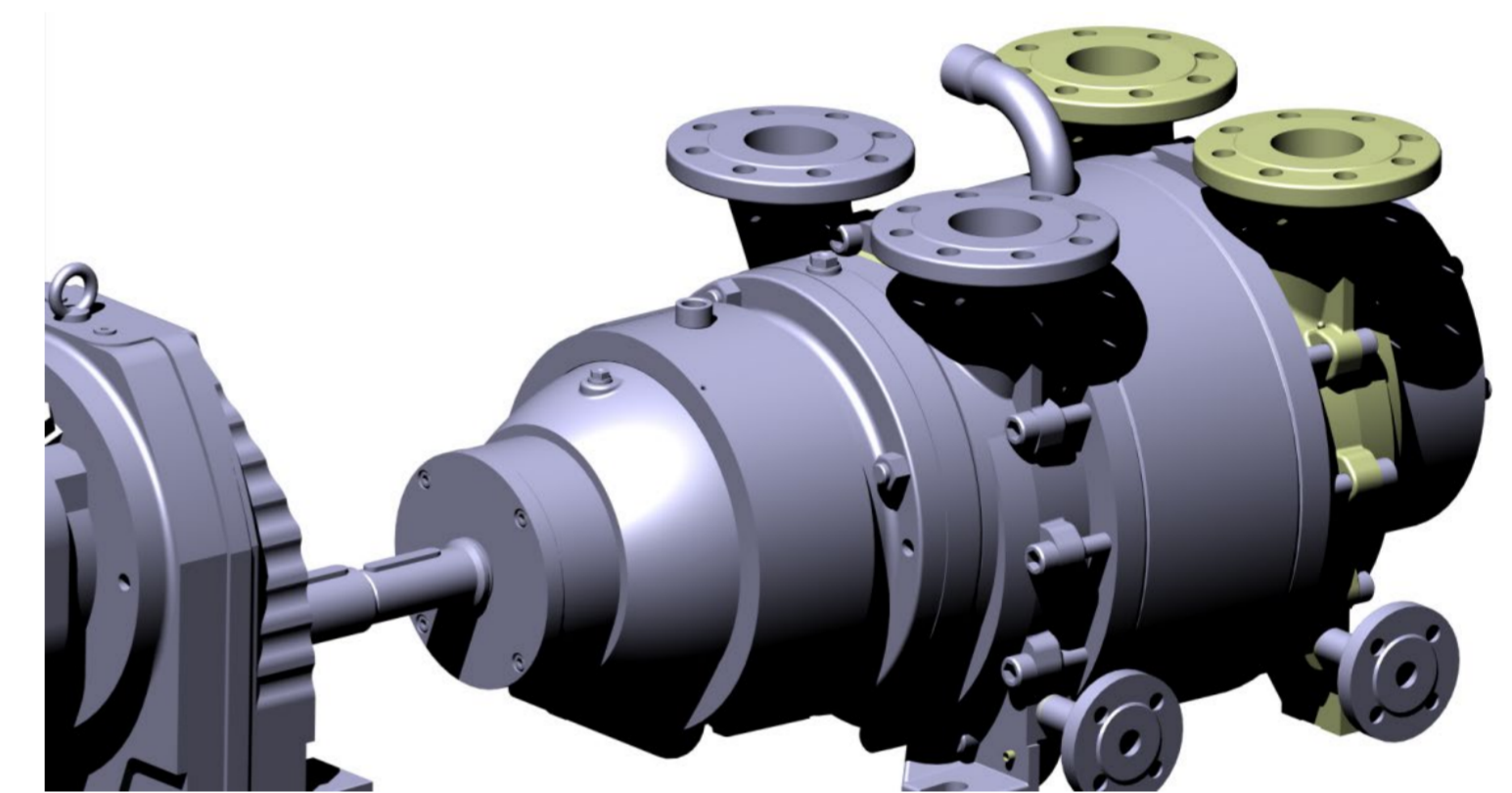
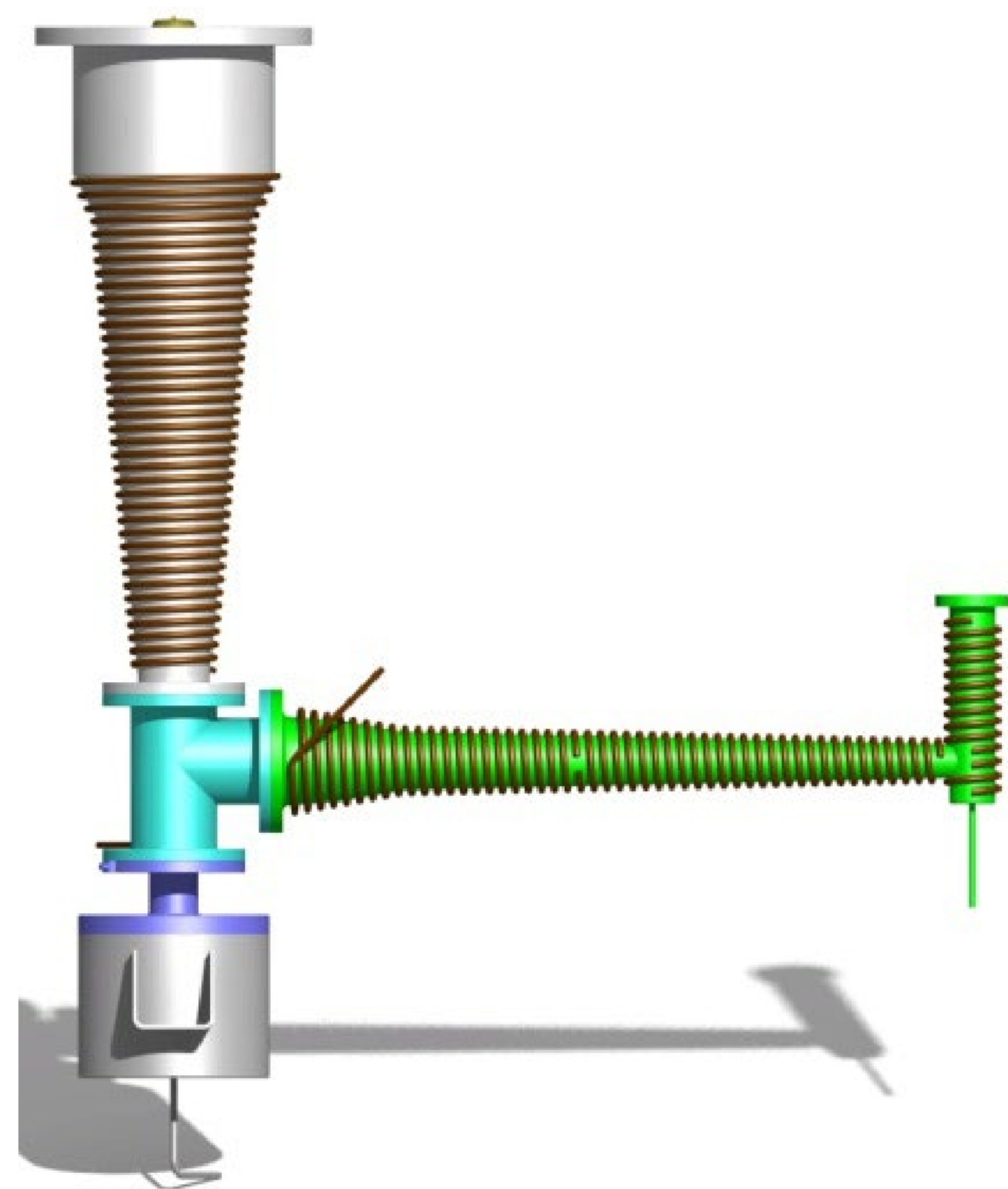
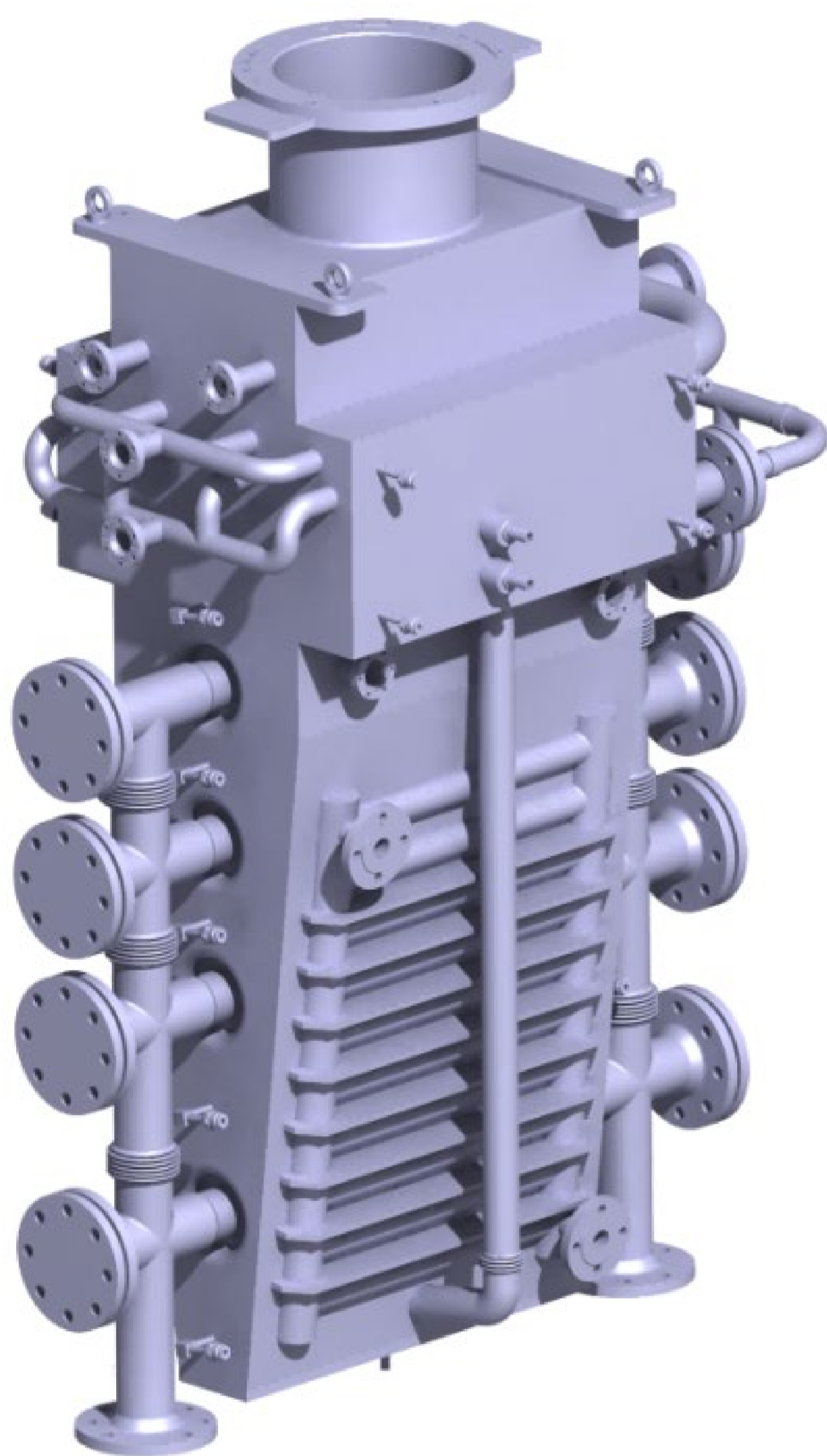
Wir machen was aus Nichts!

### Quecksilber für Vakuumpumpen

C

- Kontinuierliche Pumpen (Ring-, Diffusionspumpe) arbeiten mit Wasser oder Öl
- Beides nicht tritium-kompatibel
- Quecksilber ideal (hohe Dichte von 13,6 kg/l, siedet erst bei 360°C, wasserunlöslich, tritiumfest)

→ Entwicklung von Quecksilber-Ring- und –Diffusionspumpen  
→ Mit Aufbau einer Infrastruktur für Quecksilberhandhabung



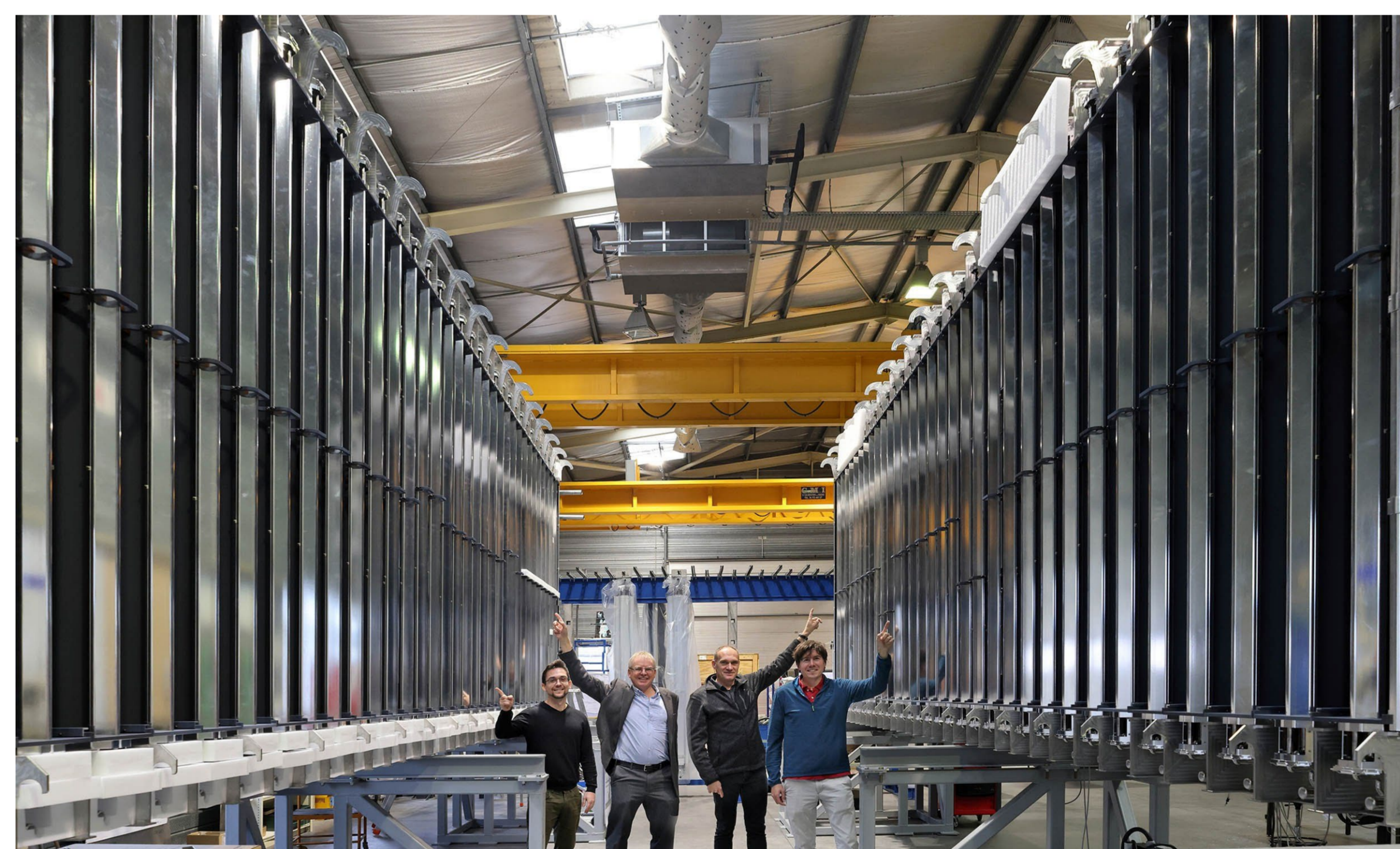
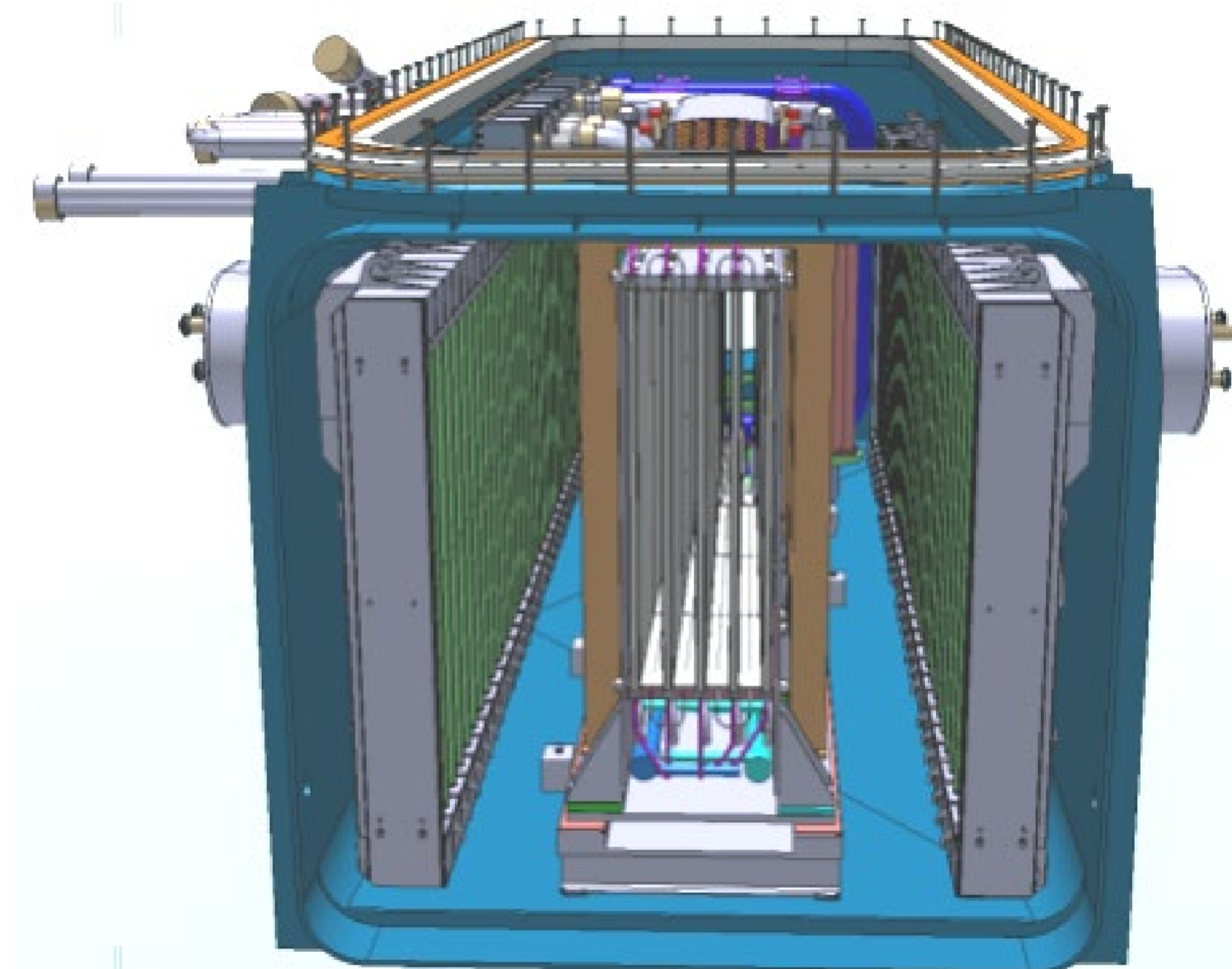
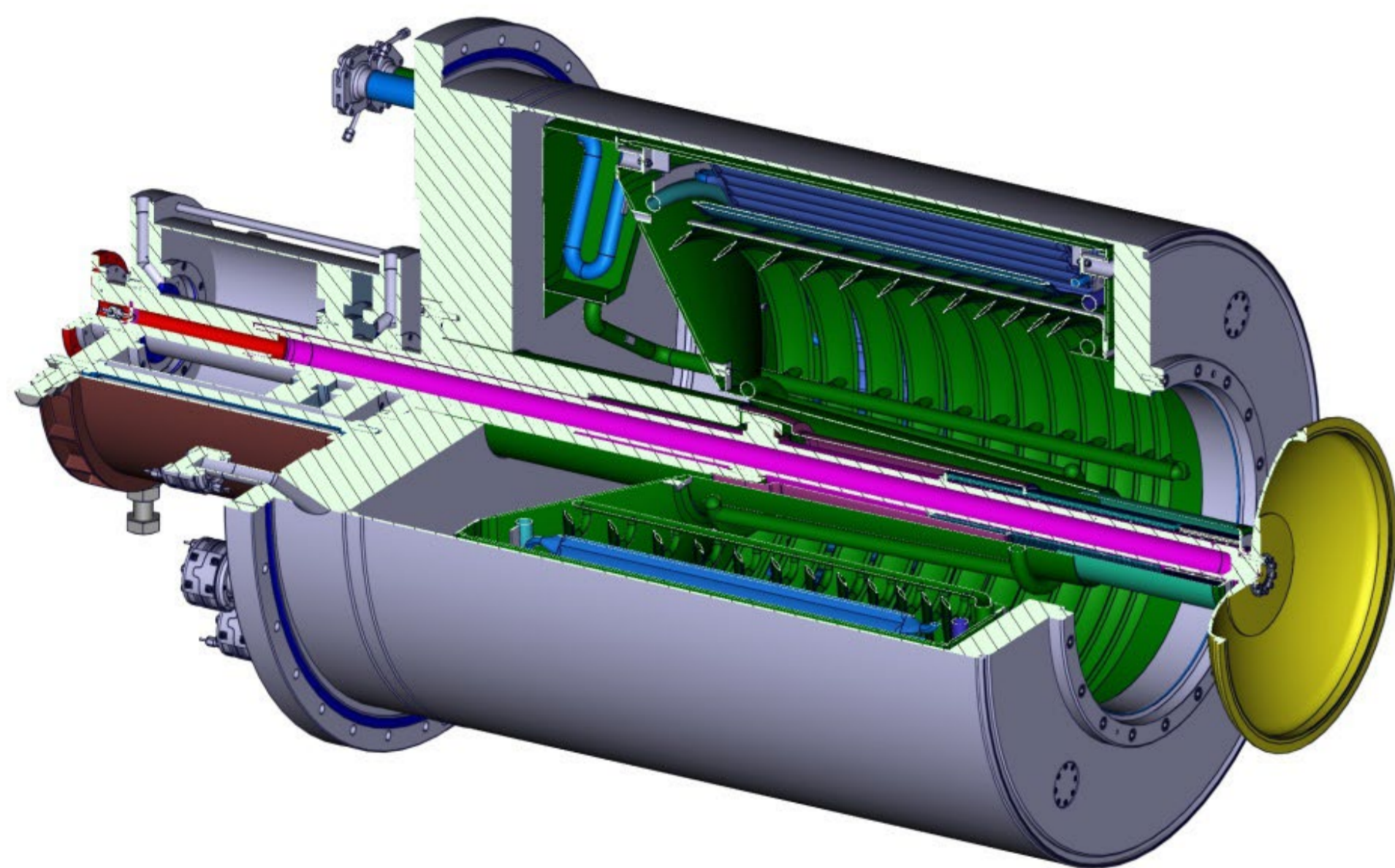
Tag der offenen Tür am ITEP:  
[www.itep.kit.edu](http://www.itep.kit.edu)

## Cooler Technik – Vakuum

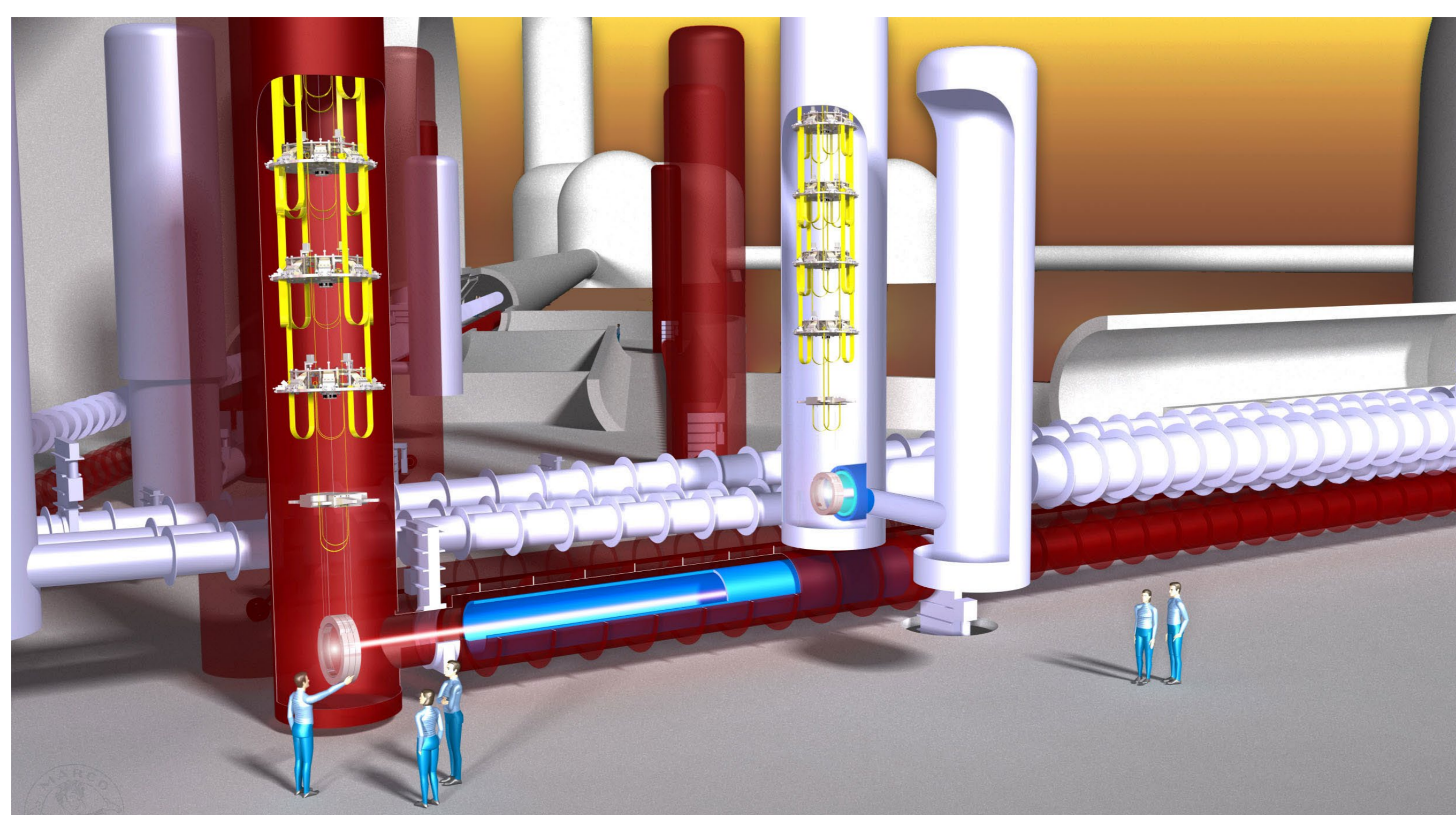
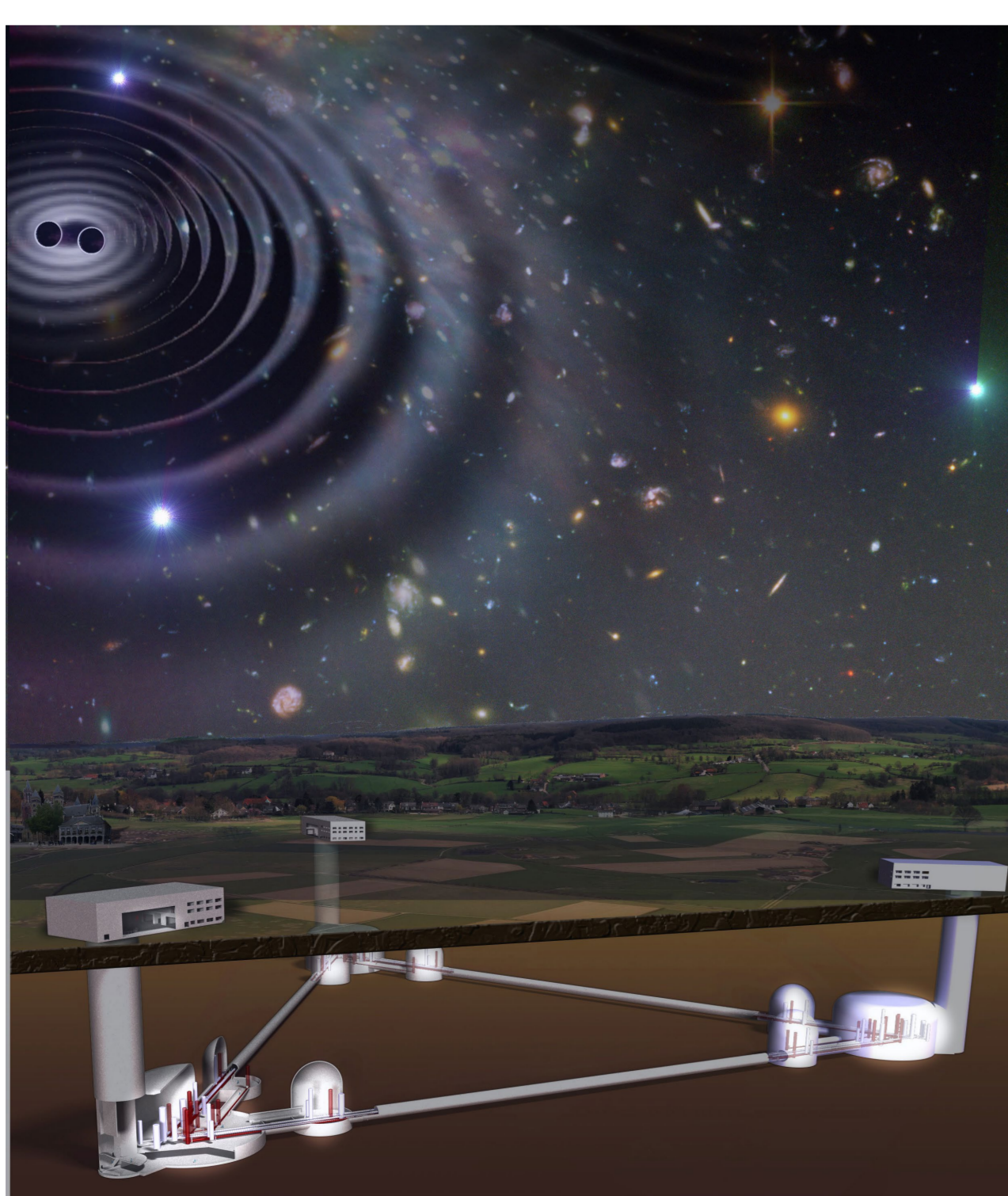
Wir machen was aus Nichts!

### Sehr coole Pumpen: Kryopumpen

- Kalte Oberflächen lassen Gase kondensieren
- Aktivkohle fängt bei tiefen Temperaturen (  $-269^{\circ}\text{C}$  ) alle Gase ein
- Gas ist damit dem zu pumpenden Volumen entzogen  $\rightarrow$  Druck sinkt (pumpen)
- Für jede Gasart möglich
- Nicht kontinuierlich; bei Sättigung der Kohle Regeneration (bei  $-170^{\circ}\text{C}$  bis  $+200^{\circ}\text{C}$  je nach Gas) nötig
- Für Fusion: entwickelte ITER-Pumpen in industrieller Herstellung, vielfältige Entwicklungen für Fusionsexperimente



- Für Gravitationswellendetektor: Einstein-Teleskop (zukünftiges europäisches Observatorium, 3. Generation)
- Benötigt extremes Vakuum in 120km langem System
- Stellenweise nur mit Kryopumpen machbar  $\rightarrow$  erste Konzepte in Entwicklung



Tag der offenen Tür am ITEP:  
[www.itep.kit.edu](http://www.itep.kit.edu)