

# Girder Design Aspekte

Koldrack, Normann

Hamburg, 20. Juni, 2024

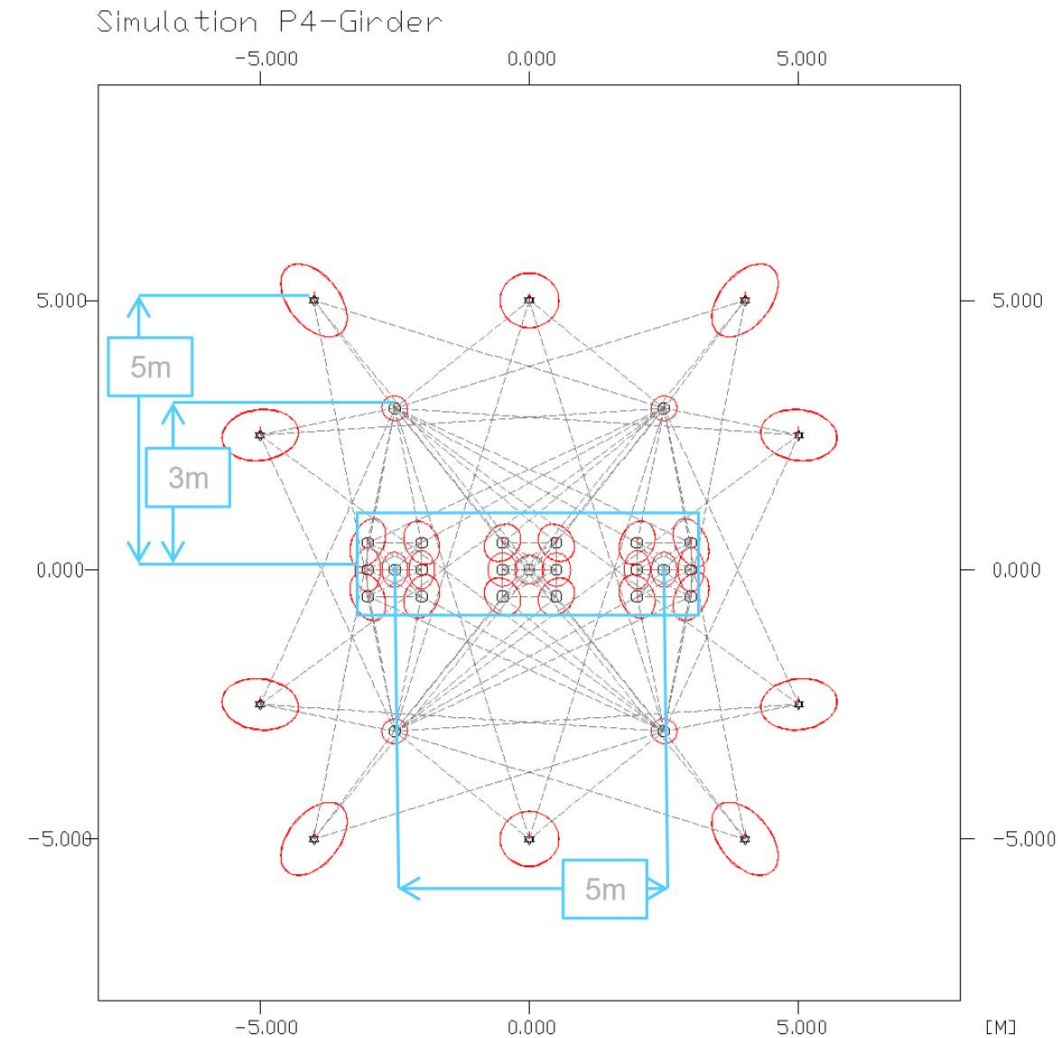
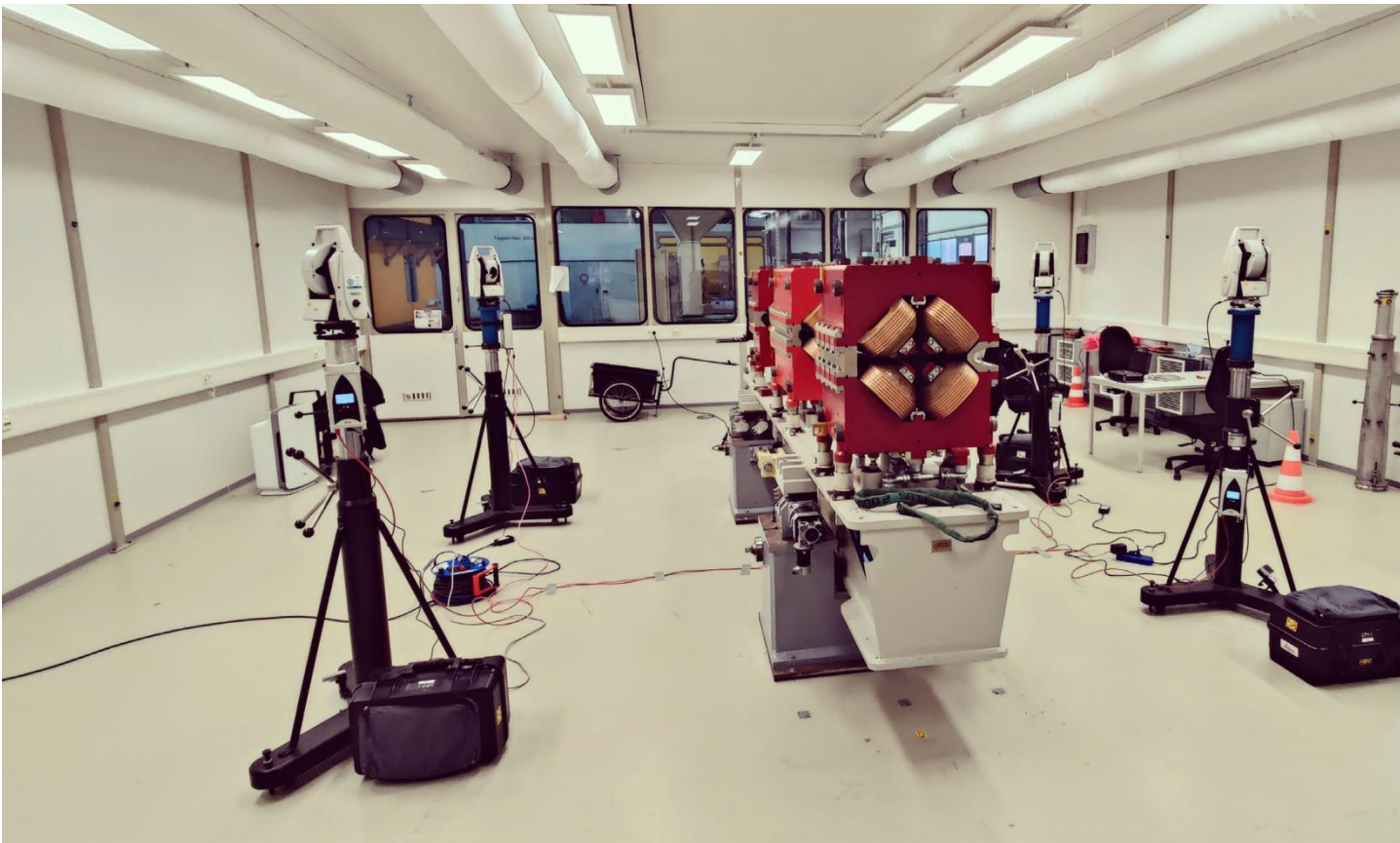
# Wieso brauchen wir eigentlich Girder?



1. Ausrichten der Komponenten auf dem Girder
2. Kompensation von Tunnelbewegungen
3. Montage der Komponenten
4. Erreichbarkeit und Austausch im Wartungsfall

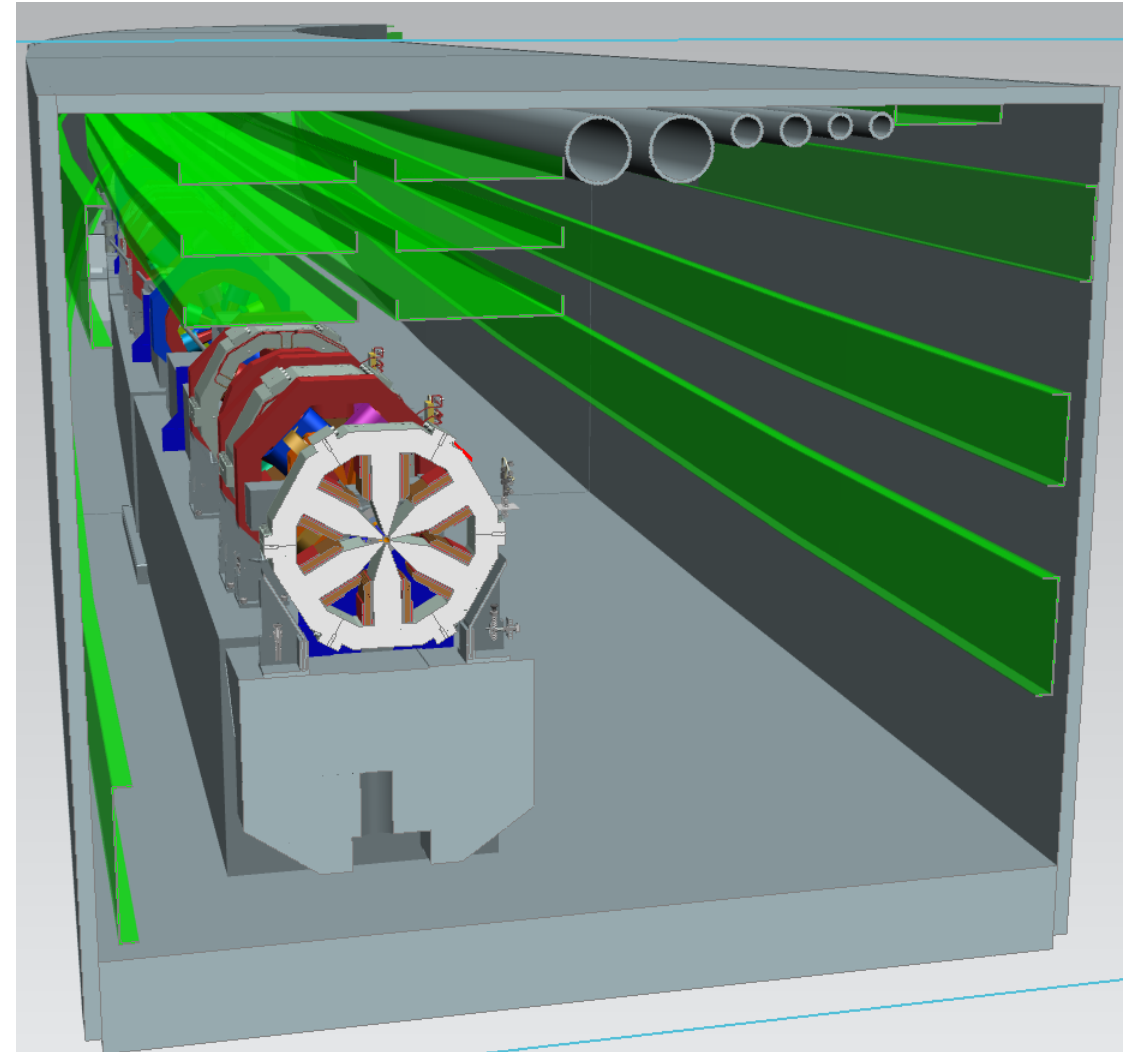
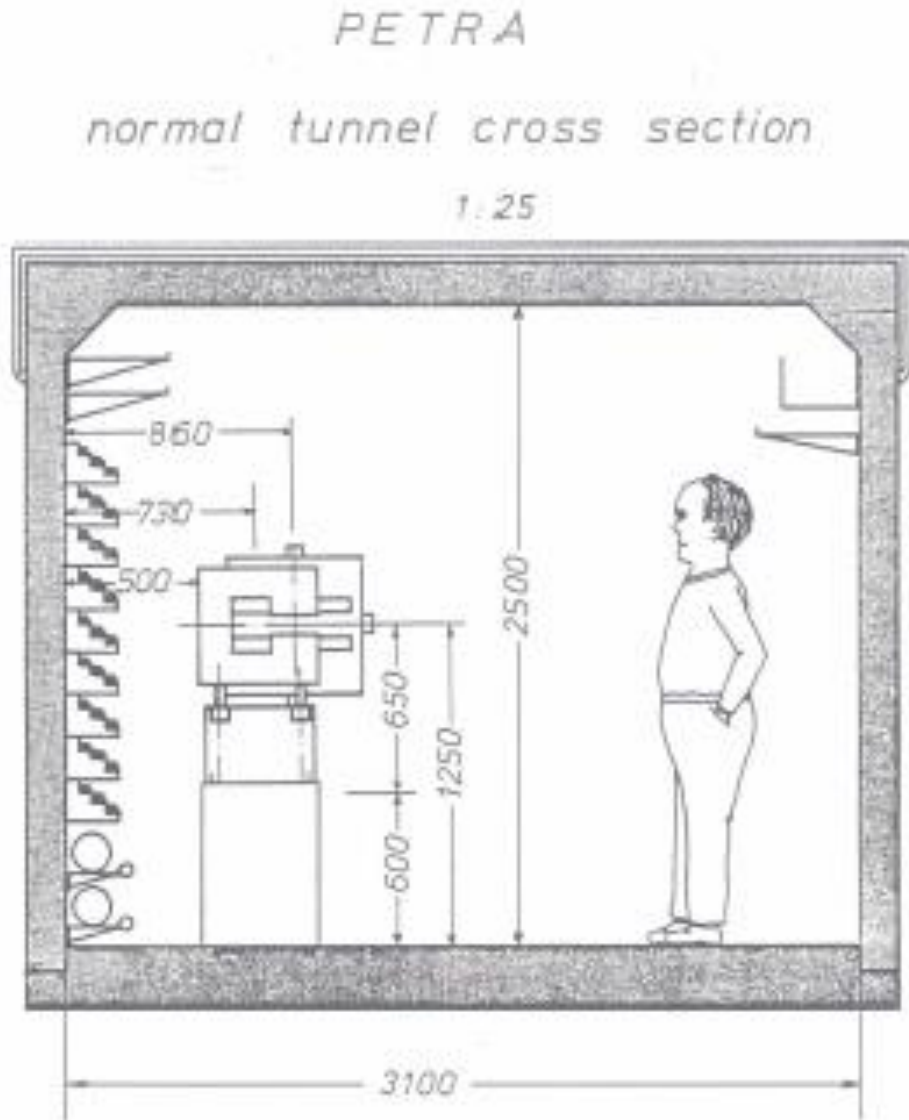
# Platzbedarf für das Ausrichten der Magnete

Halle 36 Klimakammer, MEA 2



Made by PETRA IV WP 2.07 - Johannes Prenting

# Platz im Tunnel

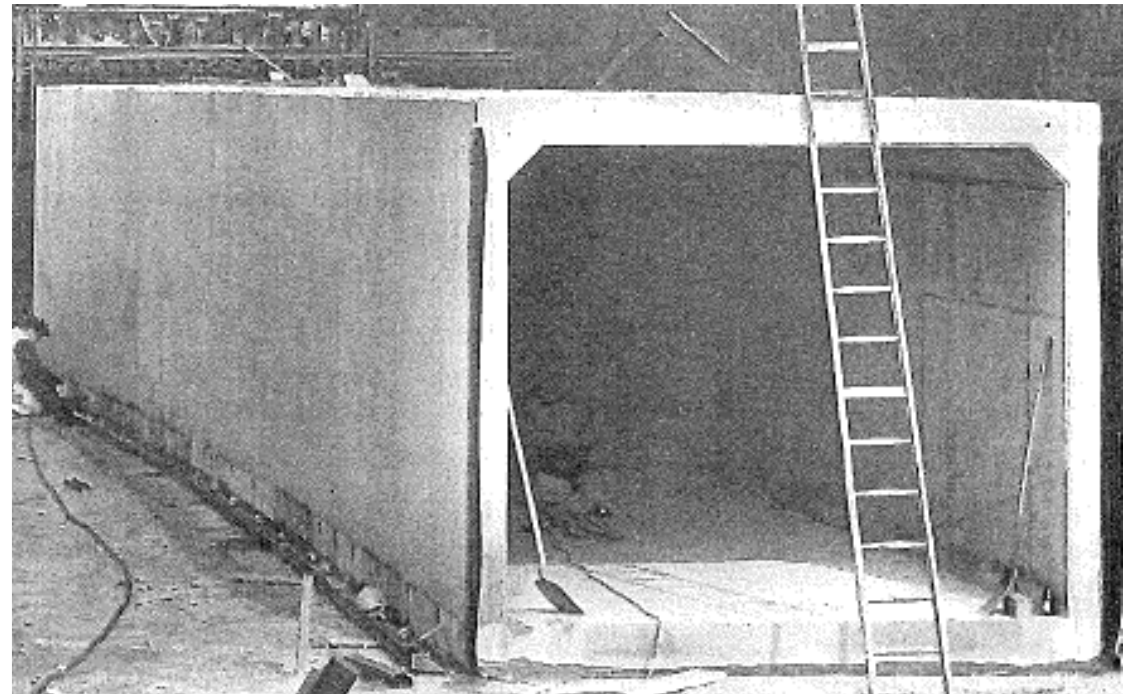
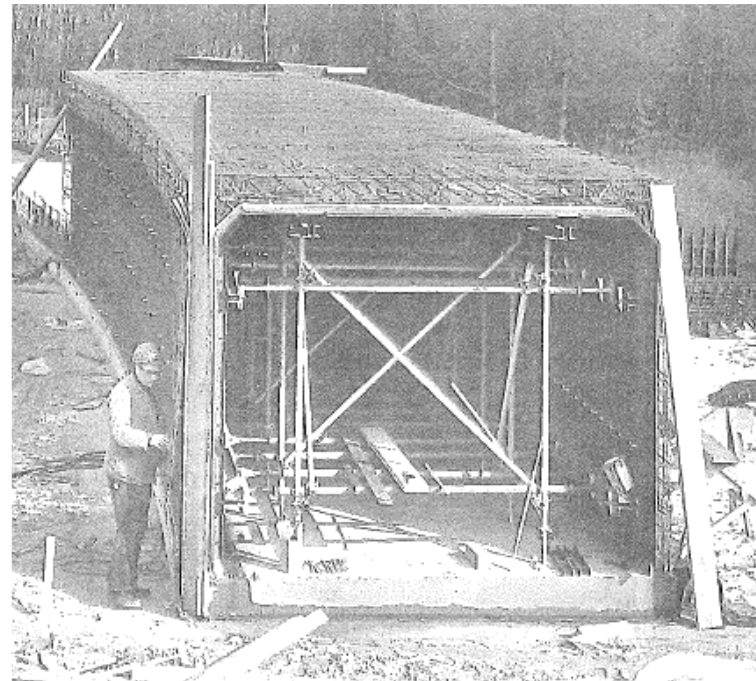


# Erbe von PETRA I

## Tunnelbau für PETRA I (1976)

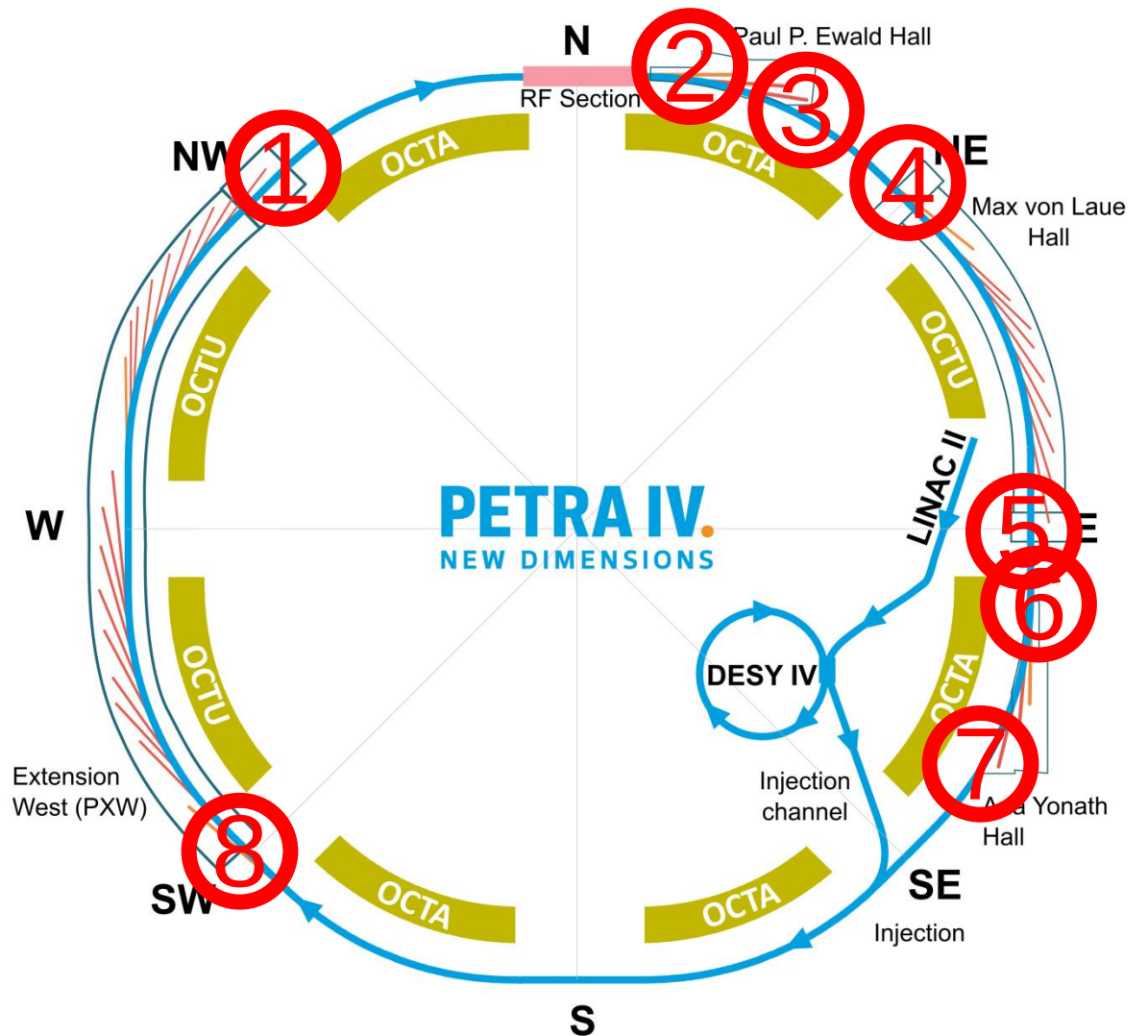
- Der Tunnel wurde auf eine sehr effiziente Weise gebaut (d.h. schnell und günstig)
- Der Boden wurde in langen Segmenten gegossen, ~25 cm stark
- Der Tunnel wurde auf dem Boden in ~80 Segmenten von jeweils 24 m Länge (etwas kürzer als eine Zelle von PETRA IV) gesetzt
- Die Lücken zwischen den Segmenten sind mit Gummi abgedichtet
- Heute ist der Boden an den Lücken rissig, die ~80 Segmente bewegen sich unabhängig voneinander

Dieser Tunnel wurde für einen  $e^+/e^-$  Collider gebaut und war nie für die Nutzung als Lichtquelle gedacht!



# Kritische Übergänge zum Tunnel

- Acht Verbindungen verbinden riesige Experimentplatten mit Tunnelsegmenten
- Benennungskonvention:
  - 1: PXW downstream
  - 2: PXN upstream
  - 3: PXN downstream
  - 4: PXE (MvL) upstream
  - 5: PXE (MvL) downstream
  - 6: PXS upstream
  - 7: PXS downstream
  - 8: PXW upstream

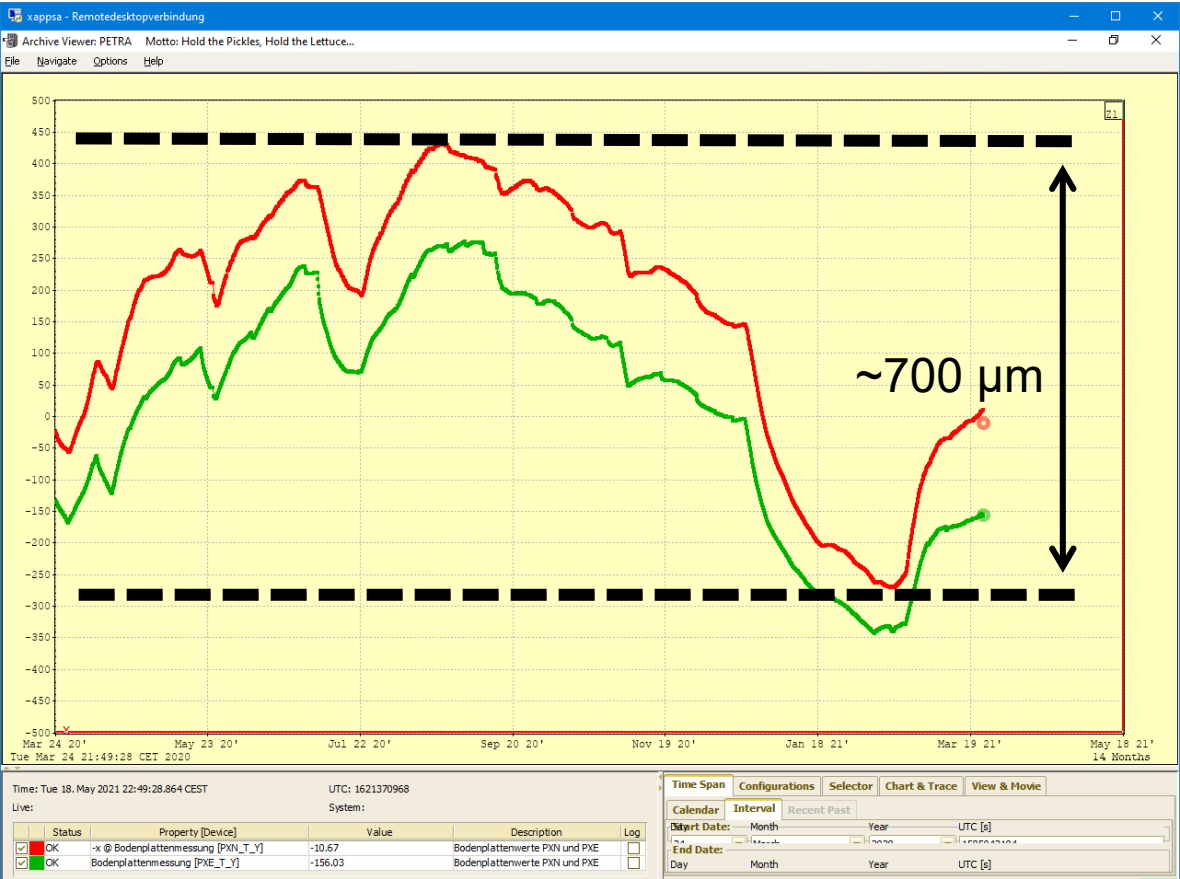


# Tunnelbewegungen

Bewegung (in  $\mu\text{m}$ ) zwischen PXN (rot) / PXE (grün) und dem nachgelagerten Tunnel



horizontal

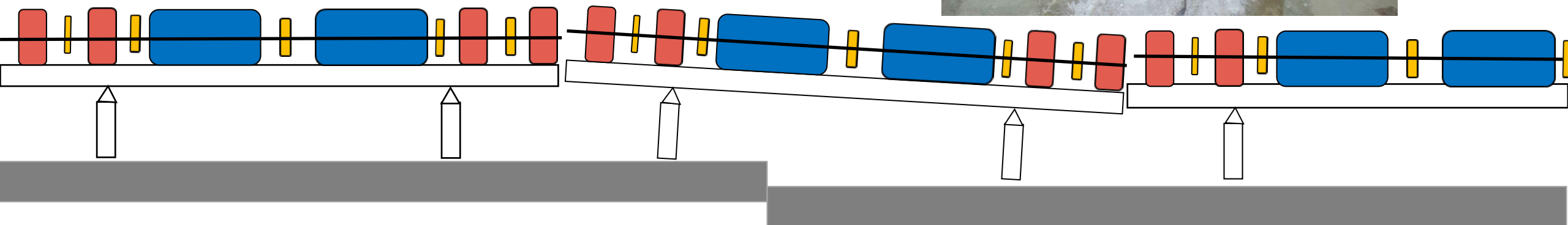


vertikal

# Tunnelbewegungen

## Kompensation von Tunnelbewegungen

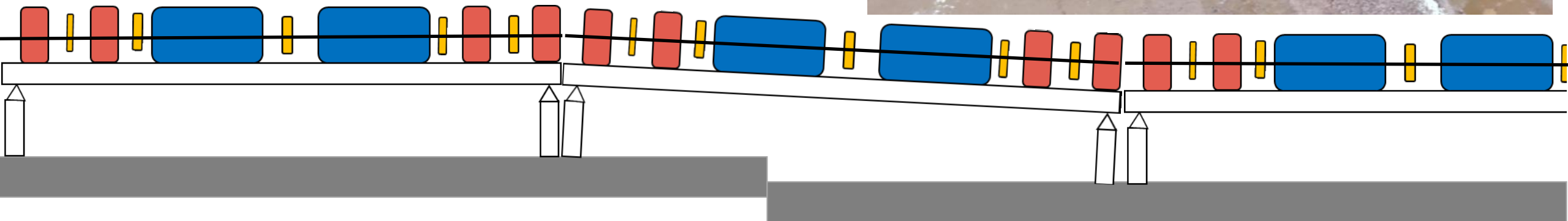
- Der Girder wird an einigen Stellen „Risse“ im Tunnelboden überbrücken
- Mögliche Lagerung an Bessel/Airy-Punkten oder ähnlichen
- Dieses verursacht eine Verschiebung an den Balgpositionen
- Dies ist eine Herausforderung für das Vakuumsystem
- Bewegungen bis zu 800  $\mu\text{m}$  gemessen, können beim neuen PXW mehr sein



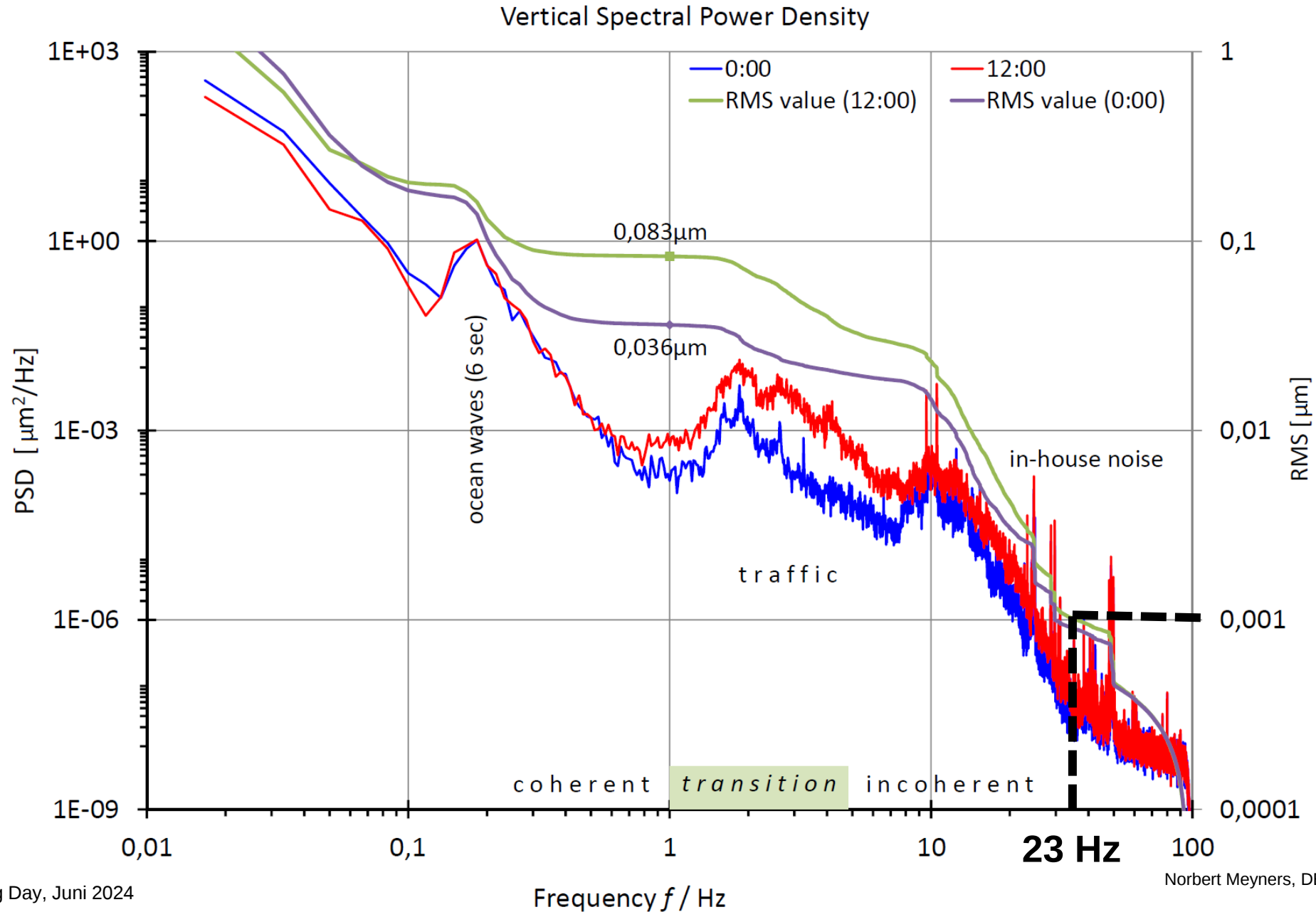
# Tunnelbewegungen

## Kompensation von Tunnelbewegungen

- Der Girder wird an den Enden gestützt
- Verschiebungen der Tunnelsegmente führen zu Winkeln an den Girderverbindungen (bellows)
- Leicht zu handhaben für die bellows, aber führt zu niedrigeren Eigenfrequenzen des Girders
- Zwei benachbarte Girder lagern auf der gleichen Bodenplatte

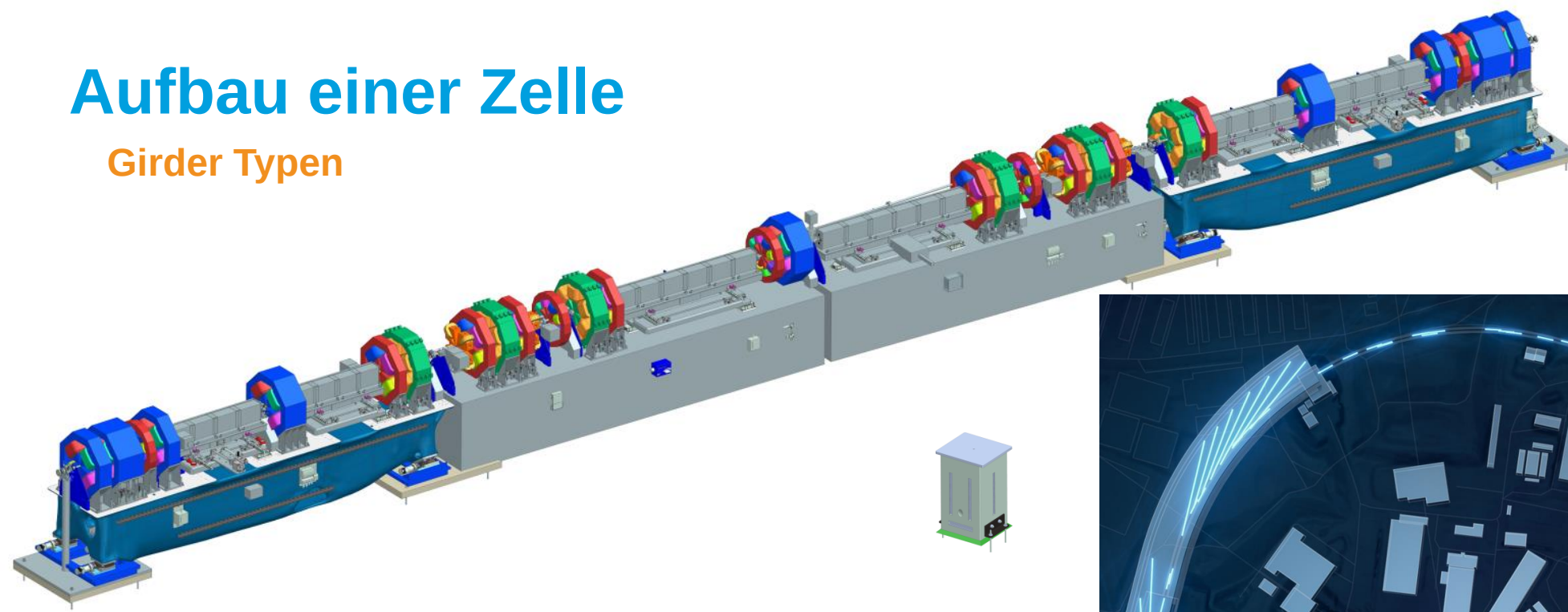


# Bodenvibrationen bei DESY



# Aufbau einer Zelle

## Girder Typen



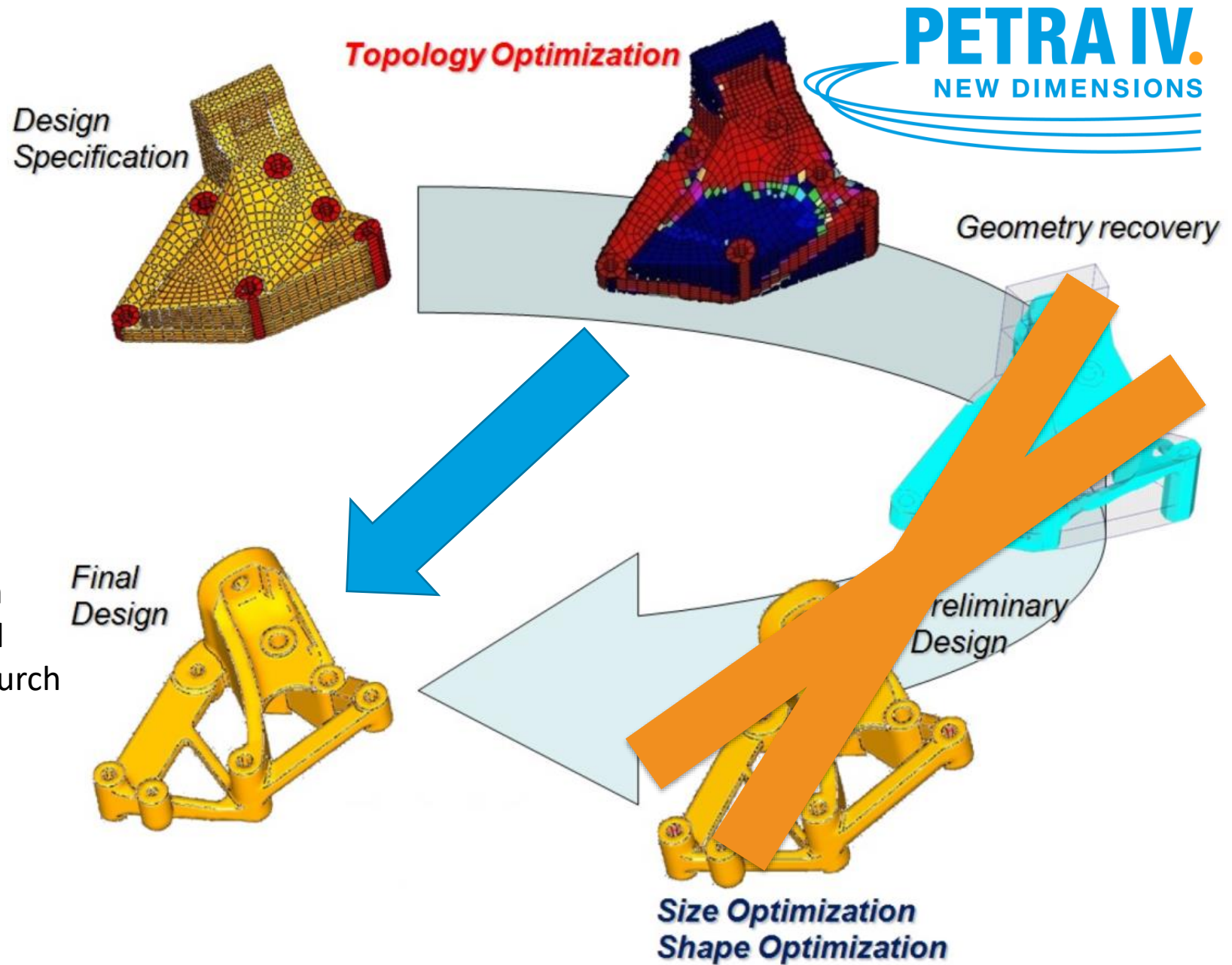
- Vier Girder je Zelle
- 144x Alpha, 72x Beta, 72x Gamma, zusammen: 288 Girder
- Girder nur in Bögen, gerade Abschnitte haben normale „Steine“
- 800mm hoch, 900mm breit zwischen 4,5m und 4m lang
- Maximalgewicht 12 Tonnen



# Girder-Designprozess

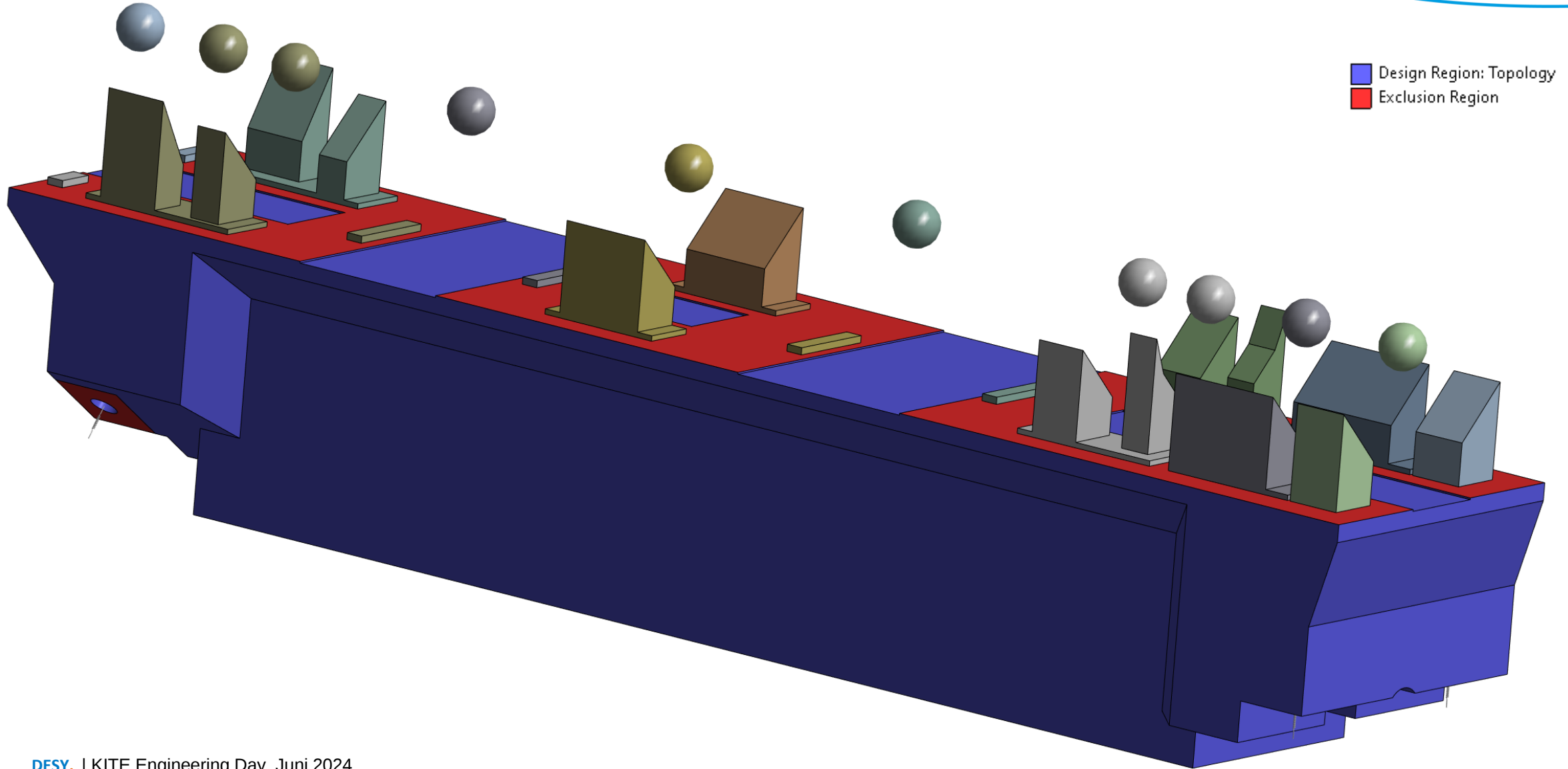
## Allgemeine Vorgehensweise

1. Sammeln aller Spezifikationen
  - Bauraum
  - Lasten
  - Auflager
  - Anforderungen
2. Generieren des Designs mittels Topologieoptimierung
3. Wiederherstellung der Geometrie in einem parametrisierten CAD-Modell
4. Erstellen eines vorläufiges Design, durch CAD-Modell-optimierung
5. Finalisiertes Design



# Girder-Designprozess

## 1. Sammeln aller Spezifikationen

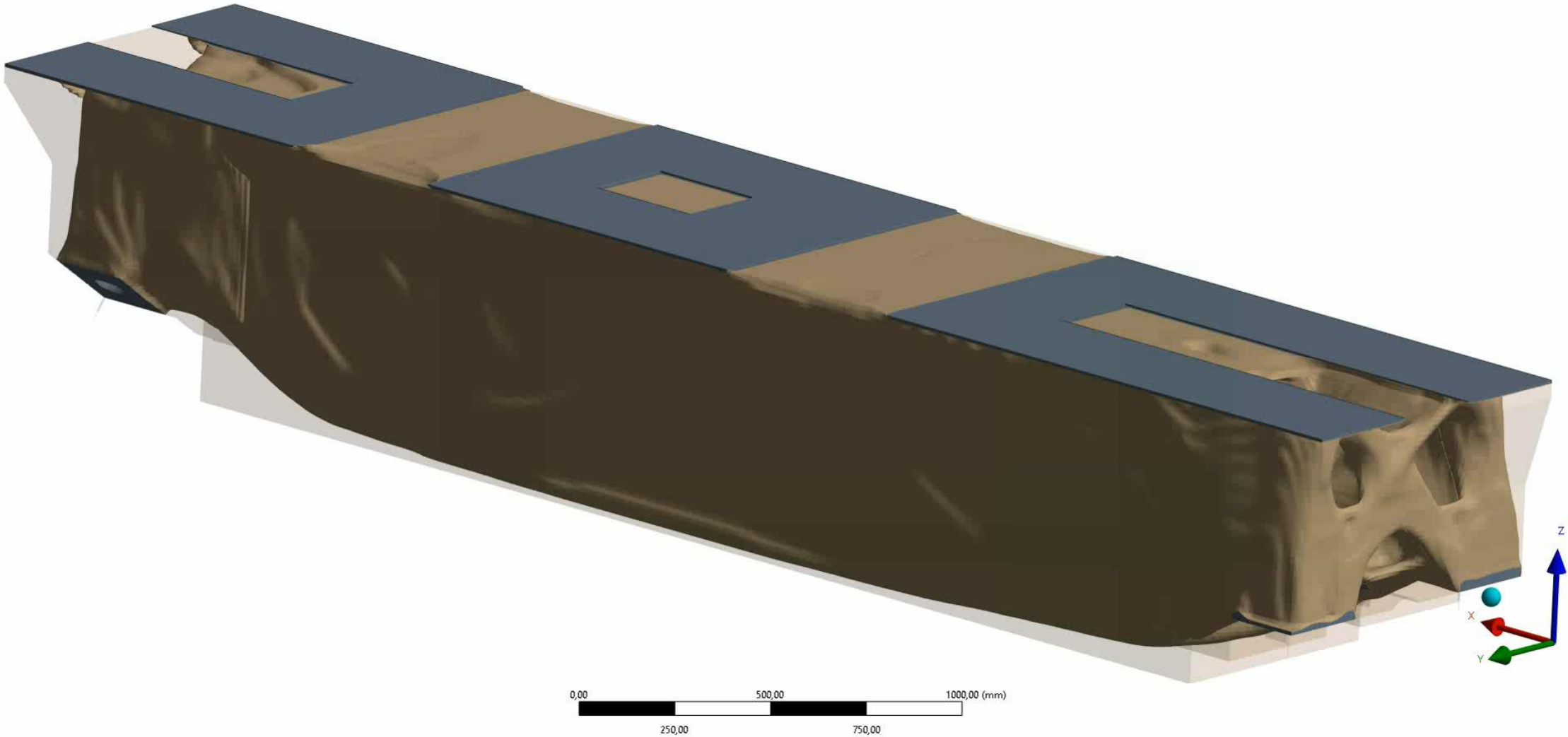


# Girder-Designprozess

C: topo

Topology Density  
Type: Topology Density  
Iteration Number: 21  
19.06.2024 14:28

- Remove (0.0 to 0.4)
- Marginal (0.4 to 0.6)
- Keep (0.6 to 1.0)



# Simulationsergebnisse

Post-processing in Siemens NX



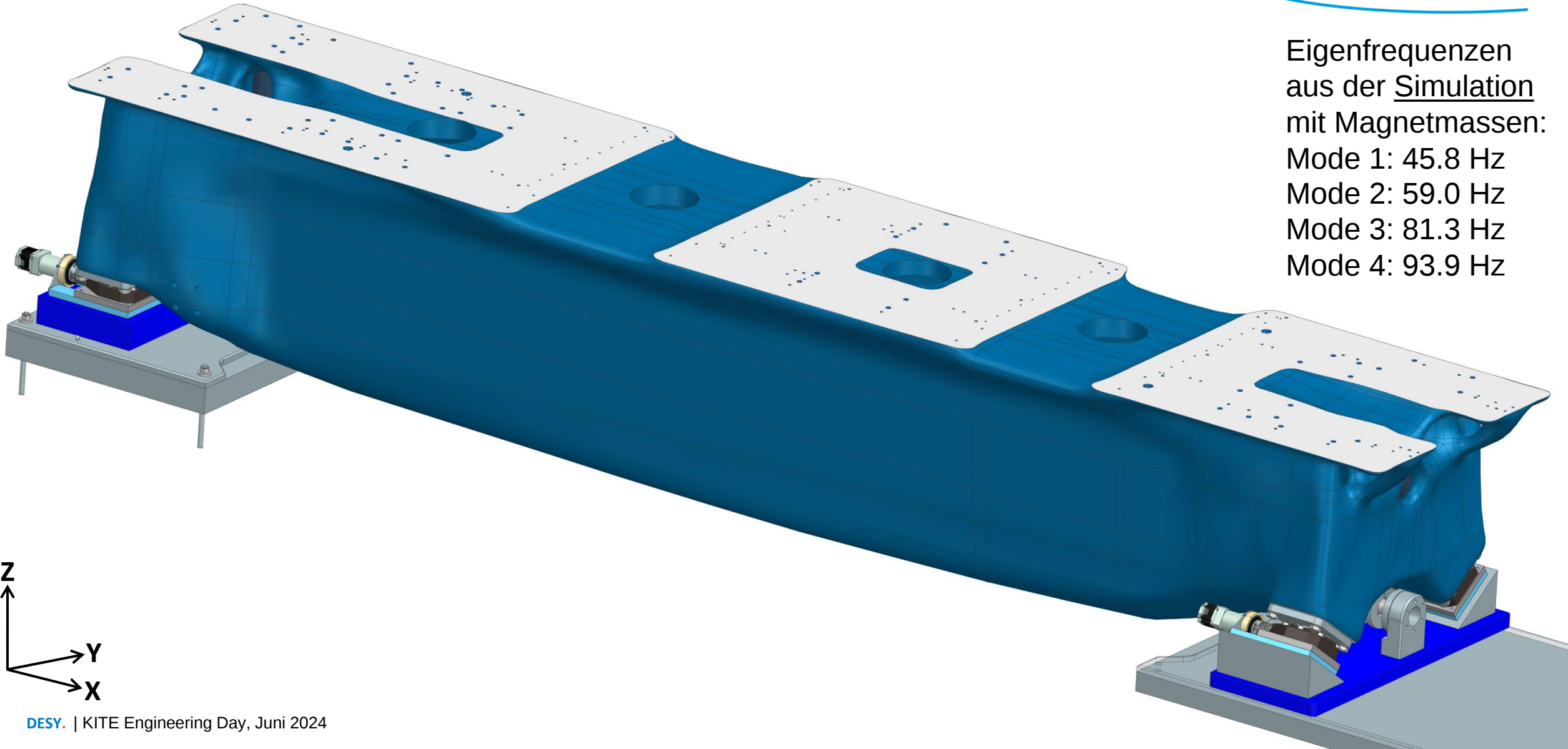
Eigenfrequenzen  
aus der Simulation  
mit Magnetmassen:

Mode 1: 45.8 Hz

Mode 2: 59.0 Hz

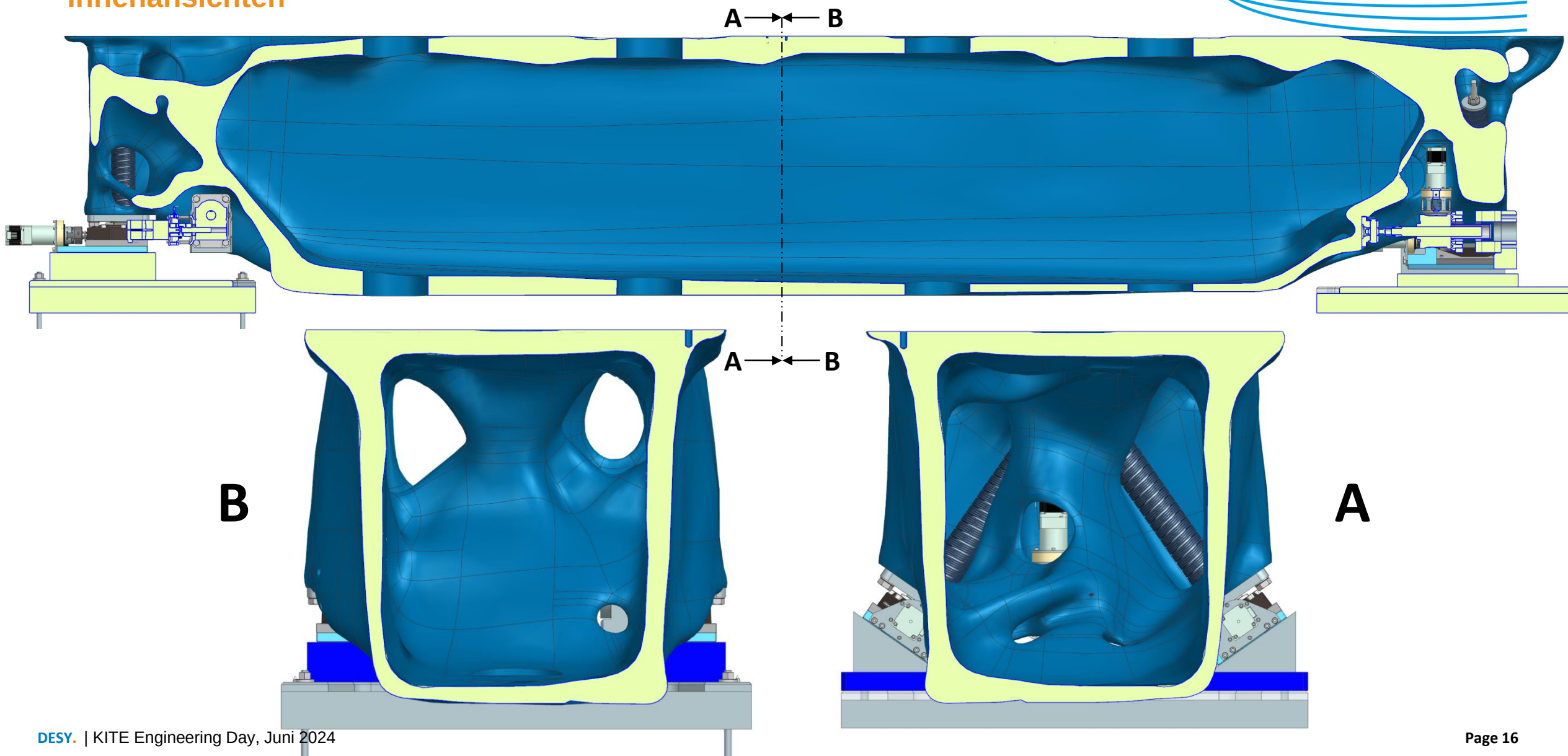
Mode 3: 81.3 Hz

Mode 4: 93.9 Hz



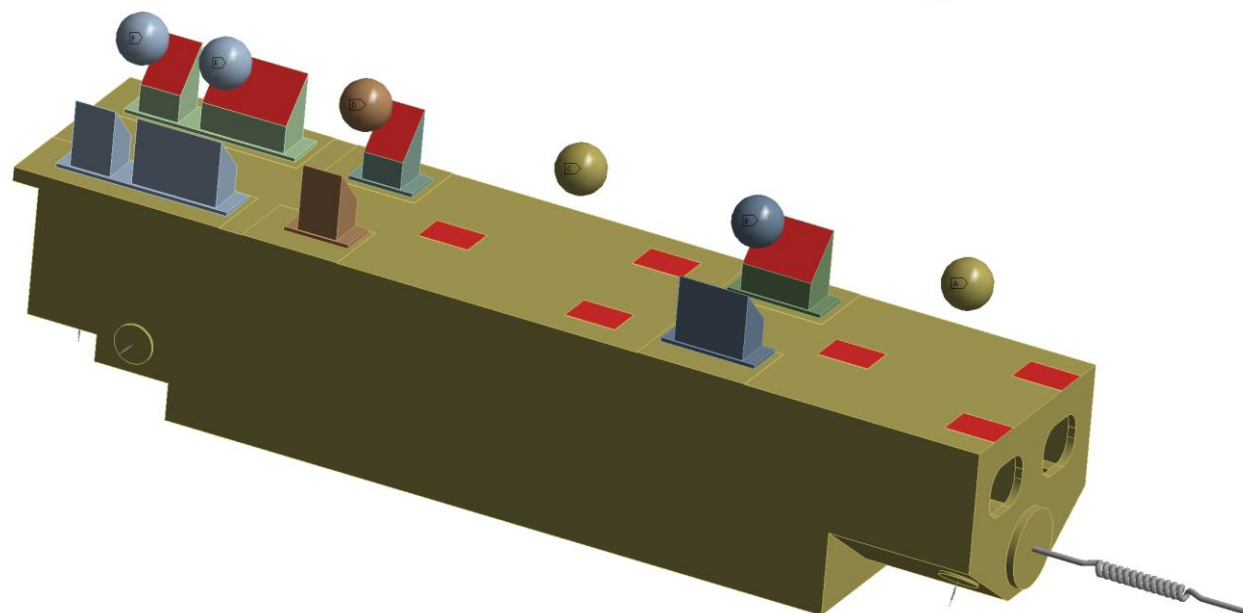
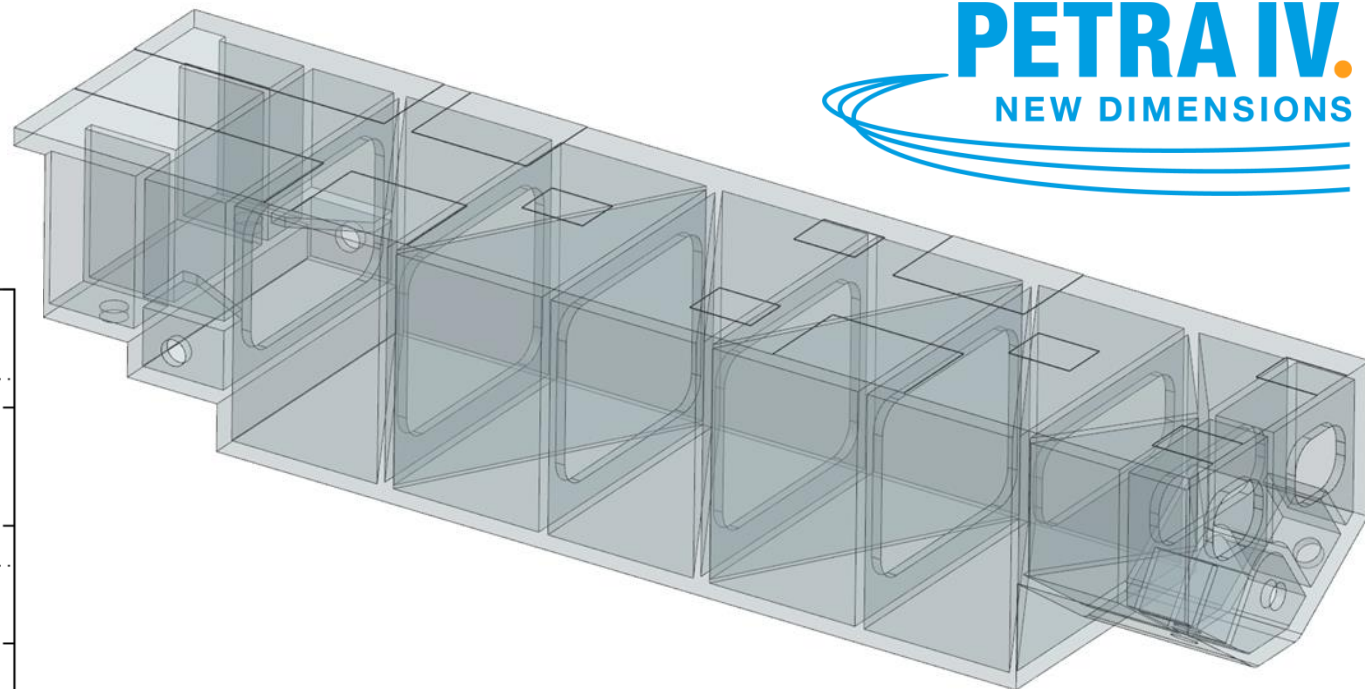
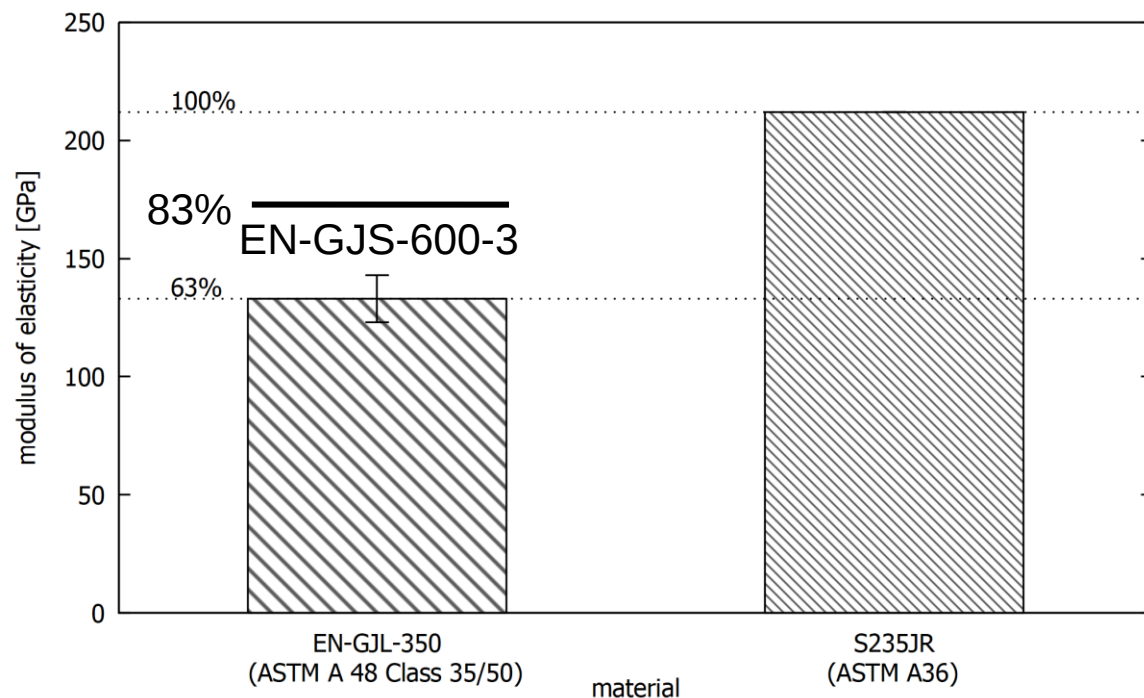
# Simulationsergebnisse

## Innenansichten



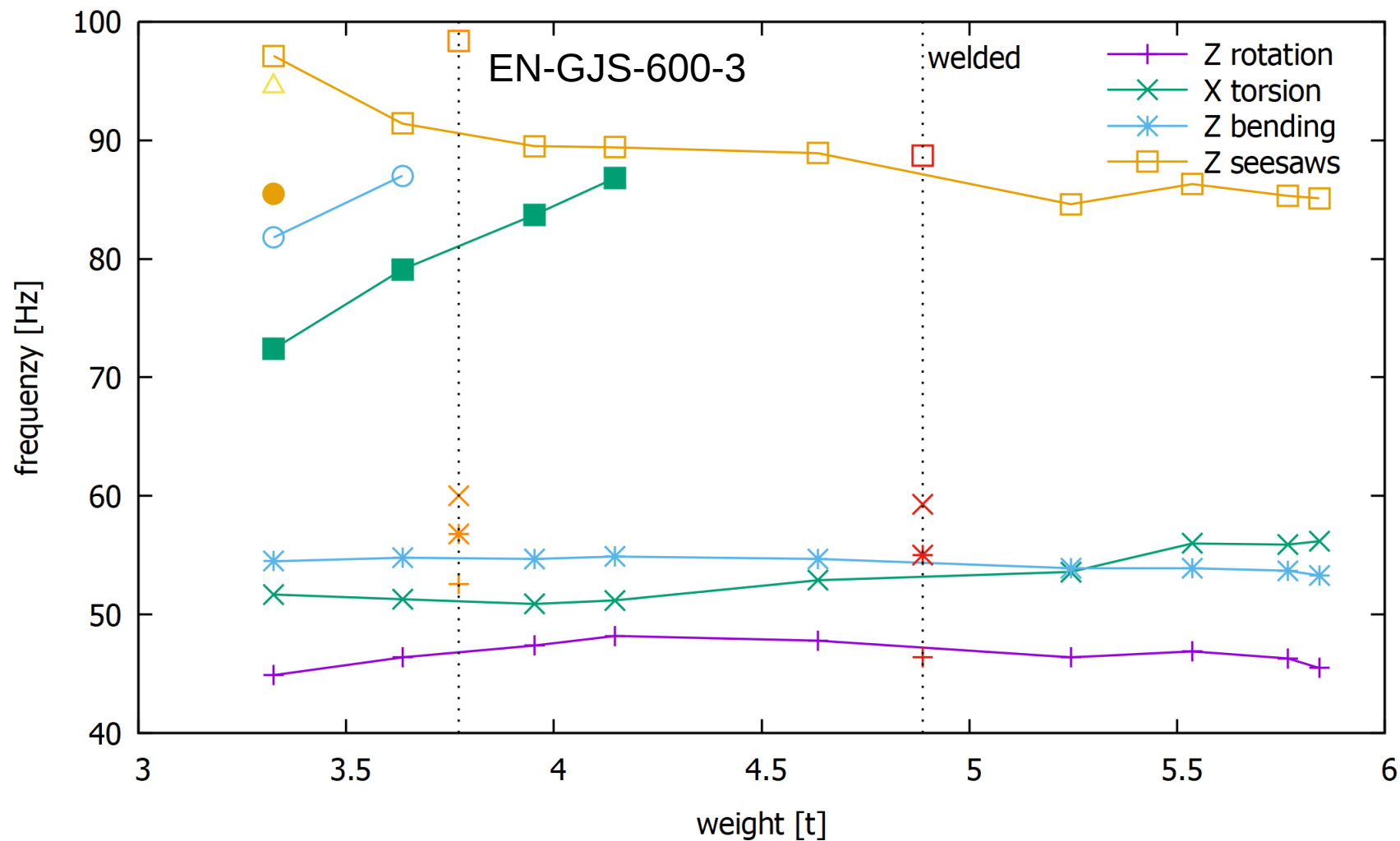
# Girder-Designprozess

## Vergleich mit einem herkömmlichen Design



# Girder-Designprozess

## Vergleich mit einem herkömmlichen Design



# Girder Produktion

Guss



# Girder Produktion



# Girder Production

## Casting



After demolding, during cleaning

# Girder Produktion

## Oberflächenbearbeitung



# Girder Produktion

Lieferung



# Fertigung des Girders

Angebot Nr: 1230430

Vergabenummer: 4100706



Sehr geehrte Damen und Herren,

wir danken Ihnen für Ihre Anfrage und bieten Ihnen auf der Grundlage unserer "Allgemeinen Geschäftsbedingungen" freibleibend wie folgt an:

| Pos | Artikel                                                                                                                                                                 | Menge   | Einzelpreis<br>EUR | % | Gesamtpreis<br>EUR |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------|---|--------------------|
| 1   | 32116<br>Girder Alpha drw 07 23<br>Kundenzeichn.-Nr: D10000000907113 Rev. A001<br>Abmessung: 4607 x 900 x 800 mm<br>Werkstoff: EN-GJS-600-3U<br>Masse / Stück: 5.245 kg | 1 Stück | 26.370,00          |   | 26.370,00          |
|     | 17158<br>Materialsteuerungszuschlag<br>(z. Zt. gültig 400,00 EUR/t)                                                                                                     | 1 Stück | 2.098,00           |   | 2.098,00           |
|     | 31137<br>Energiesteuerungszuschlag<br>(z. Zt. gültig 69,00 EUR/t)                                                                                                       | 1 Stück | 361,91             |   | 361,91             |
|     | 14152<br>Modellkosten<br>Modellqualität H3<br>ein Mal verwendbar                                                                                                        | 1 VE    | 41.300,00          |   | 41.300,00          |
|     | Nettosumme                                                                                                                                                              |         |                    |   | 70.129,91          |

Ausführung  
\*\*\*\*\*  
-sauber gegossen, geputzt, fertiggearbeitet

Lieferzeit  
\*\*\*\*\*

- 1 Stück circa 16 Wochen nach Auftragseingang inklusive Modellherstellung



# Vielen Dank



## Contact

**DESY.** Deutsches  
Elektronen-Synchrotron

[www.desy.de](http://www.desy.de)

Dr. Normann Koldrack

PETRA IV WP 2.06– Girder

[Normann.Koldrack@desy.de](mailto:Normann.Koldrack@desy.de)

