

EP-1

Eckhard Elsen, Hans Weise

SRF Grundlagen



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Vorhanden:

- 1800 C UHV Ofen (weltweit einzigartig)
- Testkryostat & Messequipment

Antragsskizze:

- Untersuchungen zum Flux-Trapping, Sauerstoffkontamination, Heizprozeduren

Mögliche Partner

- CERN, HZB, U Wuppertal



Der International Linear Collider sieht zur effizienten Beschleunigung mit supraleitenden Resonatoren bei 1.3 GHz einen mittleren Gradienten von 31.5 MV/m vor.

Die Resonatoren sind weitgehend baugleich mit denen des European XFEL, die in großer Stückzahl bei DESY getestet und anschließend eingebaut werden. Diese Großserie bietet weltweit eine einmalige Gelegenheit zur Charakterisierung der Resonatoren und zur Optimierung des Gradienten. In einzelnen Resonatoren wurden bereits Felder von mehr als 40 MV/m erreicht.

Aufgabe:

Systematische Untersuchungen der Resonator-Oberflächen aus Niob, Weiterentwicklung der Verfahren zur Oberflächenbehandlung, Entwicklung von Methoden zur automatischen Erkennung von Defekten.

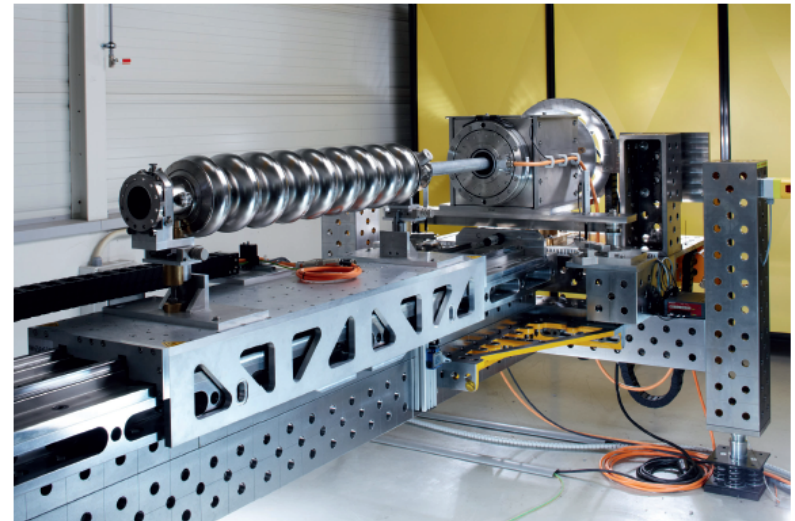
Infrastruktur:

Nutzung der vorhandenen Infrastruktur bei DESY und beim European XFEL und der eigens für den ILC entwickelten Werkzeuge

Ziel der Studien:

Erreichen des höchstmöglichen Gradienten und der höchsten Güte für supraleitende Resonatoren, die kostengünstig gefertigt werden können.

Zugehörige Projekte:



Optischer Scanner OBACHT zur Untersuchung der Resonator-Oberflächen.

Investigation & reduction of field emission from Nb surfaces

Motivation and research status

- FE is a **major limitation** for the gradients in actual sc Nb cavities at $E_{\text{acc}} > 30$ MV/m
- DC-FE microscopy and **correlated SEM** of Nb samples revealed **particulates** and **surface irregularities** as origin of emitters
- Results for **standard surface preparation techniques** (BCP/EP, HPR) and typical **module assembly conditions** are useful as quality control and optimization guide
- **Strong activation** of particulate emitters by heating and/or rf-power observed
- Influence of Nb **crystallinity** and **surface oxides** on FE suggests FE mechanisms and improved surface preparation
- New accelerating structures for ILC will provide higher electric peak field ratios
⇒ $E_p > 84$ MV/m for $E_{\text{acc}} > 35$ MV/m

Objectives and future tasks

- Systematic correlated FESM/SEM/EDX investigations on Nb samples actually prepared at DESY or TJNAF as quality control and test of **new procedures**
- Destabilization and destruction of strong emitters by in-situ current processing, ion impact and heating for development of **post-treatments** applicable in modules
- Test of Nb samples prepared with novel preparation techniques (DIC, MS, etc.)

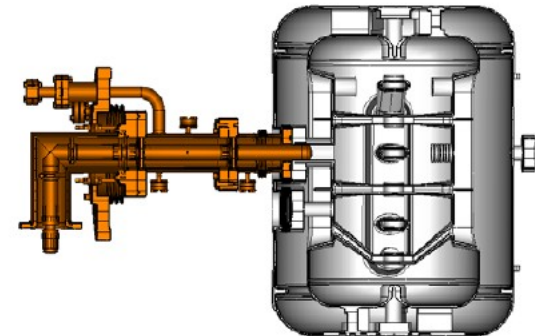
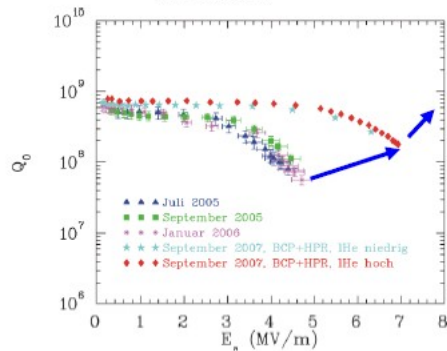
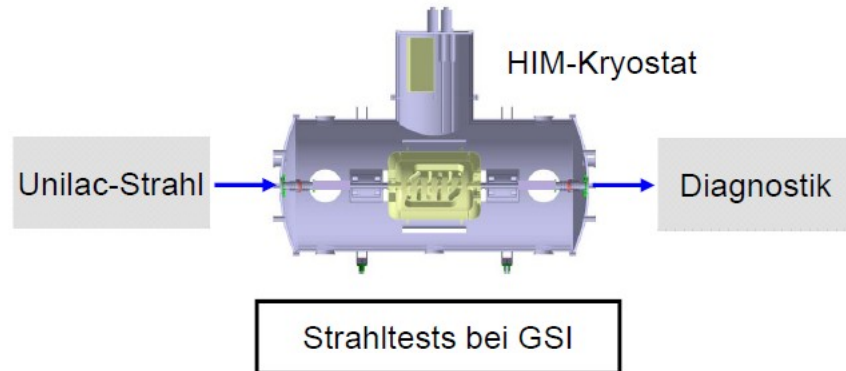
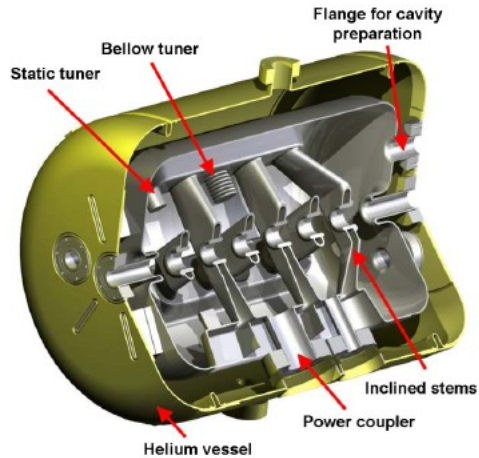
Requested BMBF funding

- 3 MY à 50 % TVL13 for a PhD student
- 50 TEURO for upgrade of equipment (SEM-EDX analyser, step motor, etc.)
- 10 TEURO for undergraduates
- 15 TEuro for travel and consumables





Supraleitende Low- β -Kavitäten (EP-1-8)



Präparationsmethoden zur Erhöhung der Gradienten

Entwicklung neuer Tuningmethoden

Entwicklung von Leistungskopplern bis 50 kW cw mit Teststand

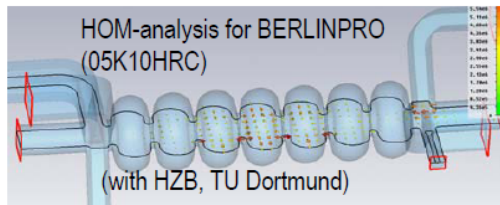
Anforderung: 6 Personenjahre, 700.000 €

Entwicklung von supraleitenden low- β -Kavitäten

Tackling RF simulation challenges for accelerator development

- large, sophisticated, combined structures
- ~ 10² GHz HOM excitation bandwidth
- governing manufacturing tolerances, tuning history, external forces

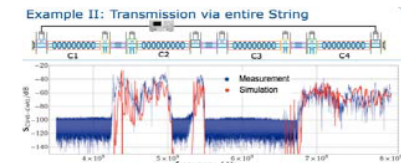
based on:



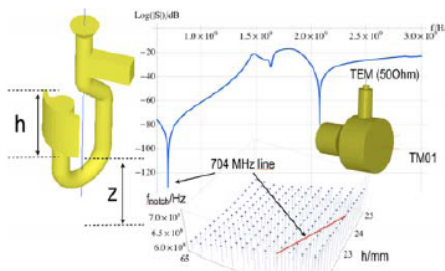
$$\frac{\partial^2 \epsilon_z(t)}{\partial t^2} + \omega_p^2 \epsilon_z(t) = -\frac{1}{2U_s} \frac{\partial}{\partial t} \int_A (\vec{E}_z(\vec{r}) \times \vec{H}(\vec{r}, t)) d\vec{A}$$

$$\frac{\partial^2 h_z(t)}{\partial t^2} + \omega_p^2 h_z(t) = \frac{\omega_p}{2U_s} \int_A (\vec{E}_z(\vec{r}) \times \vec{H}(\vec{r}, t)) d\vec{A}$$

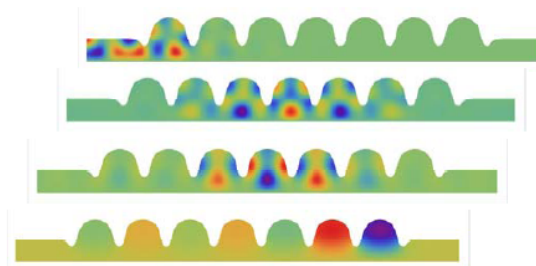
Perturbative RF computation (05H09HR5 + 05K10HRC)



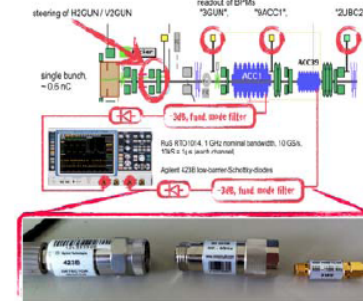
Computation in segments and measurement (with DESY, EuCARD + Uni Rostock)



Massively parallelized optimization of SPL-HOM-coupler (with CERN, 05H09HR5 + 05K10HRC)



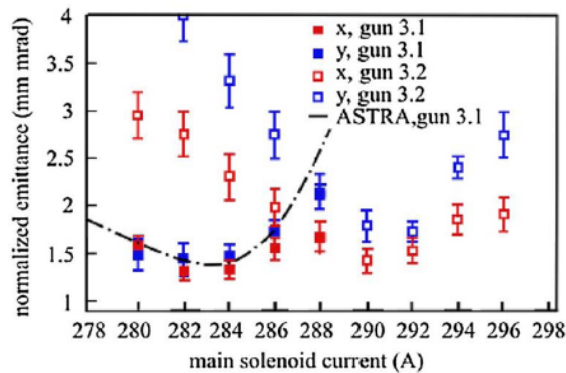
Shape optimization and trapped mode analysis (with HZB, TU Dortmund, ESS, 05K10HRC)



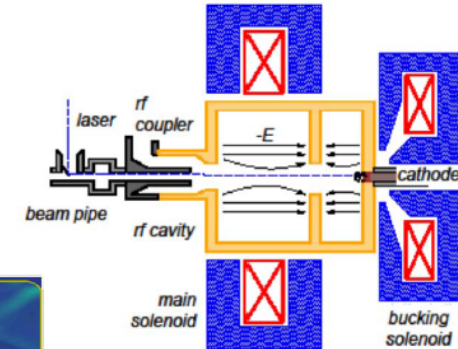
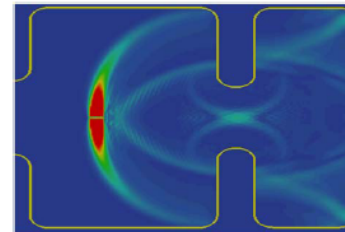
Simplified HOM signal detection for beam analysis (with DESY, HZDR, 05K10HRC)

Raumladungseffekte in hochbrillianten RF-Elektronenquellen

Diskrepanzen zwischen Simulation und Messung zur transversalen Strahlemittanz (DESY/PITZ).



Raumladungseffekte in der Quelle sind entscheidend für Strahldynamik und SASE-FEL

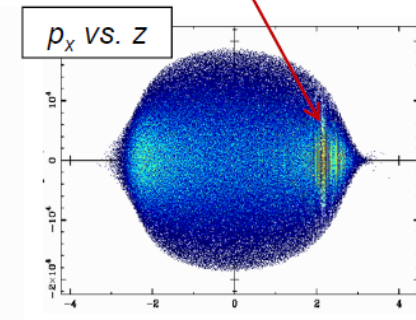
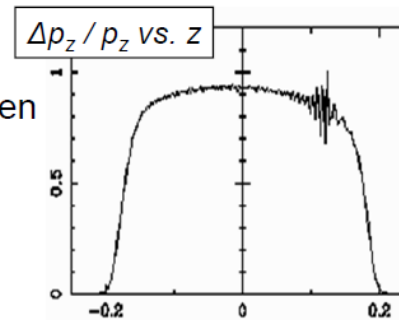


Schockwellenstruktur kurz nach der Emission

Genauere analytische Modelle und Simulationen sind notwendig:

- Berücksichtigung von Retardierungseffekten
- Untersuchung von raumladungsbedingten Mikrostrukturen in der Bunchverteilung

T. Weiland, E. Gjonaj, TU Darmstadt
M. Dohlus, DESY



High Precision Cavity Simulations

Electromagnetic modeling

- Beam dynamics simulations require high precision field information
- Demand for accurate 3D simulations including fine geometric details due to HOM and power coupler interactions
- Complex eigenvalue formulation proved to be an appropriate numerical model

Task

- Memory efficient implementation
- Support multimode propagation
- Enable multiple extraction of complex eigensolutions

