

## HK 11: Beschleunigerphysik I (SC, SC-Cavities)

Zeit: Montag 11:00–13:00

Raum: WIL-C203

**Gruppenbericht**

HK 11.1 Mo 11:00 WIL-C203

**Optische Inspektion von supraleitenden Cavities** — ●LEA STEDER und MARC WENSKAT — DESY, Notkestrasse 85, 22607 Hamburg

Supraleitende Niob Cavities bilden die Beschleunigungsstrukturen für den im Bau befindlichen XFEL (X-ray Free Electron Laser) und sind auch für den International Linear Collider (ILC) geplant. Charakterisieren lassen sie sich durch den Beschleunigungsgradienten  $E_{acc}$  und die erreichte Güte  $Q_0$ , die beide stark von der Qualität der Oberfläche abhängen. Um eine möglichst hohe Beschleunigung mit hohem  $Q_0$  zu erreichen, werden die Cavities im Fertigungsprozess einer Reihe von Oberflächenbehandlungen unterzogen. Im Verlauf der letzten Jahre konnten durch die Optimierung dieses Prozesses immer höhere Gradienten erreicht werden.

Zur Qualitätskontrolle der Oberfläche werden optische Inspektionssysteme genutzt. Am DESY wurde dafür OBACHT (Optical Bench for Automated Cavity inspection with High resolution and short Timescales) entwickelt. Das Gerät und die Bildanalyse werden in diesem Beitrag vorgestellt. Ziel der Analyse ist eine quantitative Beschreibung der Oberfläche sowie eine Defekterkennung, um Vorhersagen für  $E_{acc}$  und  $Q_0$  der Cavity machen zu können und nötige Behandlungen der Oberfläche zu identifizieren und damit die Cavity zu verbessern.

HK 11.2 Mo 11:30 WIL-C203

**Systematische Verdrängung von eingefrorenem Fluss in supraleitendem Niob** — ●JULIA VOGT, OLIVER KUGELER und JENS KNOBLOCH — Helmholtz-Zentrum Berlin

Die Güte supraleitender Kavitäten ist umgekehrt proportional zum Hochfrequenz-Oberflächenwiderstand des supraleitenden Materials, welcher sich aus dem physikalischen BCS-Widerstand und dem sog. Restwiderstand zusammensetzt. Verschiedene Faktoren beeinflussen den Restwiderstand - materialspezifische, wie z.B. die Reinheit aber auch externe, wie die Effizienz der magnetischen Abschirmung.

Wir denken, dass auch der bisher wenig untersuchte Temperaturgradient während des supraleitenden Übergangs einen solchen externen Faktor darstellt: Die Bedingungen dieser Gradient beeinflussen die Menge des eingefrorenen Flusses und damit den Restwiderstand und die Güte der Kavität. Wir haben einen Teststand konstruiert, mit dem das Verhalten von stabförmigen Niobproben untersucht werden kann. Die Temperatur des Stabs konnte präzise kontrolliert werden. In den Experimenten wurde der supraleitende Stab langsam bis kurz unterhalb der Sprungtemperatur erwärmt. Der Stab blieb währenddessen immer supraleitend. Trotzdem war eine Änderung der Menge des eingefrorenen Flusses messbar. Die Prozedur wurde mehrfach wiederholt, was zu einer weiteren Verringerung des eingefrorenen Flusses führte.

Eine ähnliche Prozedur könnte verwendet werden um eingefrorenen magnetischen Fluss in supraleitenden Kavitäten zu minimieren. Dies würde den Oberflächenwiderstand deutlich vermindern und damit signifikant höhere Güten ermöglichen.

HK 11.3 Mo 11:45 WIL-C203

**Simulation of a Quadrupole Resonator** — ●RAPHAEL KLEINDIENST — Helmholtz Zentrum Berlin, Deutschland

Modern particle accelerators often rely on superconducting radio frequency (SRF) technology for accelerating cavities. In particular in CW operation, very high quality factors up into the high range are desirable, since one of the main cost drivers of such an accelerator, the cryogenic refrigeration plant, is inversely proportional to  $Q_0$ .

Present day superconducting cavities are generally made of solid Niobium. A possibility to increase the quality factor as well as accelerating fields is to use thin film coated cavities. Apart from Niobium thin films, other superconducting materials, such as  $MgB_2$ ,  $NbN$  and  $Nb_3Sn$  are promising candidates. Measuring and understanding the RF-properties of superconducting thin films, specifically the surface resistance, is needed to drive forward this development.

Currently only few facilities exist capable of measuring the surface resistance of thin films samples with a resolution in the nano-ohm range at the operating frequency of typical cavities (e.g. L-band). A dedicated test stand consisting of a quadrupole resonator is therefore being constructed at the Helmholtz Zentrum Berlin.

This system is based on the 400MHz quadrupole resonator at CERN, with the design adapted to 433 MHz (making available the higher harmonic mode at 1,3GHz) and optimized with respect to resolution and

maximum achievable fields using simulation data obtained with CST Microwave Studio as well as ANSYS. The simulated design is being manufactured. An outlook for future physics runs is given.

HK 11.4 Mo 12:00 WIL-C203

**Aufbau und Erprobung eines neuen Beschleunigerkryostaten für den S-DALINAC\*** — ●THORSTEN KÜRZEDER<sup>1</sup>, JENS CONRAD<sup>1</sup>, RALF EICHHORN<sup>2</sup>, FLORIAN HUG<sup>1</sup>, NORBERT PIETRALLA<sup>1</sup>, ACHIM RICHTER<sup>1</sup> und SVEN SIEVERS<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Kernphysik, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt, Germany — <sup>2</sup>Cornell University, Ithaca, NY, USA

Der Injektor des supraleitenden Darmstädter Elektronen-Linearbeschleunigers S-DALINAC liefert Strahlenergien bis zu 10 MeV und Strahlströme bis zu 60  $\mu A$  im Dauerstrichbetrieb. Mit Hilfe eines neu konstruierten Beschleunigerkryostaten wird es in Zukunft möglich sein, diese Parameter auf 14 MeV und 250  $\mu A$  zu erhöhen. Wie bei den bisherigen Kryostatmodulen werden dabei zwei 20-zellige Beschleunigungsstrukturen aus Niob bei 3 GHz und einer Temperatur von 2 K betrieben. Die notwendige Hochfrequenzleistung von 2 kW wird durch eine eigens entwickelte Hohlleiterverbindung bis zu den Einkopplern in den Heliumtank geführt.

Wir berichten über die Herstellung des Kryostatmoduls und präsentieren Ergebnisse aus einem ersten Abkühlen.

\*Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Rahmen des SFB 634.

HK 11.5 Mo 12:15 WIL-C203

**Activation and conditioning of field emitters on flat niobium surfaces** — ●STEFAN LAGOTZKY und GÜNTER MÜLLER — University of Wuppertal, D-42097 Wuppertal, Germany

Systematic investigations of the enhanced field emission (EFE) from flat (linear roughness  $< 0.5 \mu m$ ) and clean polycrystalline niobium (Nb) surfaces revealed an exponential increase of the emitter number density  $N$  with the applied electric field and also strong activation effects on particles or surface irregularities. Three possible origins of this emitter activation effect were observed so far: Activation due to high electric fields, due to high temperature, and due to a micro-discharge on the surface [1]. Improved understanding of these processes is important since EFE is one of the main field limitations of superconducting accelerating structures like the XFEL and the ILC. Therefore, we have started a systematic test series with actual large-grain and single crystal Nb samples based on correlated field emission scanning microscopy (FESM) and high-resolution SEM investigations. The EFE properties of these samples were measured before and after controlled in-situ heating at temperatures (times) between 120°C (24h) and 400°C (2h). A successive increase of  $N$  with the heat treatments (HT) was observed at surface field up to 160 MV/m, i.e. up to 19 emitters/cm<sup>2</sup> after HT at 400°C. Moreover, activated emitters finally showed onset fields down to 40 MV/m. The influence of the HT on the natural oxide layer of Nb and on EFE activation will be discussed.

[1] A. Navitski et. al, submitted to PRSTAB 2013

Ackn. to D. Reschke, J. Ziegler DESY; funded by BMBF 05H12PX6

HK 11.6 Mo 12:30 WIL-C203

**Centrifugal barrel polishing of 1.3 GHz Nb cavities** — ●YEGOR TAMASHEVICH<sup>1,2</sup>, ALIAKSANDR NAVITSKI<sup>1</sup>, LEA STEDER<sup>1</sup>, ECKHARD ELSSEN<sup>1</sup>, and BRIAN FOSTER<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>DESY, 22607 Hamburg, Germany — <sup>2</sup>University of Hamburg, 20146, Germany

Superconducting radio-frequency (SRF) cavities are the key components of particle accelerators such as the European X-ray Free Electron Laser (XFEL, under construction) and the planned future International Linear Collider (ILC). Steady progress in surface treatment techniques of SRF cavities in both the achievable quality factor  $Q$  and the accelerating electric field  $E_{acc}$  makes new accelerators and ambitious projects feasible. One of the alternative surface preparation techniques which is actually being explored is centrifugal barrel polishing (CBP) pioneered at KEK in Japan in mid-nineties by T. Hiuchi et al. CBP is a mechanical polishing of cavities and results in around 10x smaller surface roughness and mirror-like surface as compared to chemistry alone.  $Q$  and  $E_{acc}$  are expected to be at least as high as for chemically treated cavities. CBP eliminates the bulk chemistry and has the potential to completely replace the chemistry. The Univer-

sity of Hamburg is installing a CBP machine to study it as a cavity preparation and repair technique for 9-cell 1.3 GHz SRF cavities at the Deutsche Elektronen-Synchrotron (DESY). The setup and first commissioning tests will be presented and discussed.

HK 11.7 Mo 12:45 WIL-C203

**Systematische Vermessung der Pumpeigenschaften kryogener Oberflächen** — ●FREDERIC CHILL, OLIVER KESTER, PETER SPILLER und LARS BOZYK — GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, Darmstadt

Kryogene Oberflächen sind in der Lage, Restgas bis zu einem von den Dampfdruckkurven vorgegebenen Druck durch *Kryokondensation* zu binden. Bei geringer Oberflächenbedeckung kann Restgas auch durch *Kryosorption* gebunden werden. Dies erlaubt es, Wasserstoff ab dem Unterschreiten von 18K zu einem deutlich tieferen Enddruck zu pumpen, als die Dampfdruckkurve angibt.

Die Pumpeigenschaften kryogener Oberflächen lassen sich mittels zweier Parameter beschreiben: Dem *Stickingparameter*, der beschreibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Restgasteilchen an der Wand haften bleibt und der *mittleren Verweildauer* der Teilchen an der Wand. Beide Parameter hängen von der Oberflächentemperatur und -bedeckung ab.

Zur Bestimmung dieser Größen wird derzeit ein Experiment mit einer kaltkopfgekühlten Kammer aufgebaut. An diesem werden zwei unterschiedliche Messungen möglich sein: Zuerst wird die kalte Kammer einem exakt dosierten Gasstrom ausgesetzt. Der resultierende Druckanstieg hängt dabei nur vom Stickingparameter ab. Im zweiten Schritt wird der Gasstrom gestoppt. Der sich einstellende Gleichgewichtsdruck hängt dann zusätzlich noch von der mittleren Verweildauer ab. Mit den Ergebnissen kann die Voraussagegenauigkeit des bei GSI entwickelten Simulationsprogramms für das dynamische Vakuum in kalten Beschleunigerabschnitten weiter verbessert werden.