

HK 8: Beschleunigerphysik I

Convenor: Wolfgang Hillert

Zeit: Montag 16:45–18:55

Raum: HG ÜR 4

Gruppenbericht

HK 8.1 Mo 16:45 HG ÜR 4

Hochfrequenzsupraleitung - ein Überblick — ●RALF EICHHORN

— S-DALINAC, TU-Darmstadt, Schlossgartenstr. 9, 64289 Darmstadt

Teilchenbeschleunigung mit supraleitenden Hochfrequenzstrukturen ist für viele Anwendungen in der Beschleunigerphysik eine zwischenzeitlich etablierte Technologie. Der Beitrag gibt einen Überblick über das Gebiet sowohl bei Elektronen-, als auch bei Ionen Beschleunigung. Dabei werden die grundsätzlichen physikalischen Gesetzmäßigkeiten aufgezeigt und der Stand der aktuellen Forschung, insbesondere in Deutschland präsentiert.

Gruppenbericht

HK 8.2 Mo 17:05 HG ÜR 4

Supraleitende CH-Strukturen zur effizienten Beschleunigung von Ionen und Protonen — ●HOLGER PODLECH, MICHAEL AMBERG, MARCO BUSCH, SEBASTIAN ALTSTADT, FLORIAN DZIUBA, ULRICH RATZINGER und CHUANG ZHANG — IAP, Goethe Universität Frankfurt am Main

Intensive Primärstrahlen von Protonen und Ionen bei hohen Tastverhältnissen bis hin zum Dauerstrichbetrieb eröffnen neue Arbeitsgebiete in der Grundlagenforschung sowie in der angewandten Forschung. Beispiele sind Linearbeschleuniger zur Erzeugung radioaktiver Strahlen und superschwerer Elemente, zum Betrieb von Spallations-Neutronenquellen oder zur Transmutation von langlebigen radioaktiven Spaltreaktorabfällen (EUROTRANS). Das hohe Tastverhältnis macht supraleitende Optionen attraktiv und unter Umständen technologisch notwendig.

Insbesondere die Niederenergiesektion solcher Treiberbeschleuniger ist ein kritischer Bereich. Bisher fehlten effiziente vielzellige supraleitende Beschleunigerkavitäten für Energien bis 100 MeV. Die Entwicklung der supraleitenden CH-Struktur am IAP der Goethe-Universität Frankfurt soll diese Lücke schließen. Prototyp-Resultate werden erläutert und mit alternativen Entwicklungen verglichen. Einige Beschleunigeranlagen der Zukunft wie EUROTRANS und ein supraleitender Dauerstrich-Linac bei GSI zur Erzeugung schwerster Elemente werden unter Berücksichtigung der oben genannten Neuentwicklungen vorgestellt.

Insbesondere die Niederenergiesektion solcher Treiberbeschleuniger ist ein kritischer Bereich. Bisher fehlten effiziente vielzellige supraleitende Beschleunigerkavitäten für Energien bis 100 MeV. Die Entwicklung der supraleitenden CH-Struktur am IAP der Goethe-Universität Frankfurt soll diese Lücke schließen. Prototyp-Resultate werden erläutert und mit alternativen Entwicklungen verglichen. Einige Beschleunigeranlagen der Zukunft wie EUROTRANS und ein supraleitender Dauerstrich-Linac bei GSI zur Erzeugung schwerster Elemente werden unter Berücksichtigung der oben genannten Neuentwicklungen vorgestellt.

HK 8.3 Mo 17:25 HG ÜR 4

Entwicklung eines gekoppelten CH Protonen Linacs für FAIR— ●ROBERT BRODHAGE¹, HOLGER PODLECH¹, ULRICH RATZINGER¹, GIANLUIGI CLEMENTE² und LARS GROENING² — ¹IAP, Frankfurt am Main — ²GSI, Darmstadt

Im Rahmen des Forschungsprogramms mit kalten Antiprotonen für FAIR ist es nötig einen dedizierten 70 MeV, 70 mA Protonen Injektor neu aufzubauen. Der Haupt Beschleunigungsteil, dieses normal leitenden Linearbeschleunigers wird von sechs gekoppelten CH-Kavitäten übernommen, die bei 325MHz betrieben werden. Jede dieser Kavitäten wird von einem 3 MW Klystron versorgt. Für die zweite Beschleunigerstruktur von 11.7 bis 24.3 MeV wurde ein 1:2 Modell gebaut und mit Niederenergie HF Messungen untersucht, um die wesentlichen Parameter zu bestimmen und das Konzept der gekoppelten CH-Kavitäten zu prüfen. Diese zweite Beschleunigerstruktur wurde im Herbst 2009 technisch und mechanisch untersucht, um ein komplettes Fertigungskonzept zu erstellen. Zur Zeit befinden sich die ersten Komponenten des Beschleunigers in Produktion, so dass im Frühjahr 2010 mit der Bereitstellung der Hauptbauteile für die ersten Messungen gerechnet werden kann. Diese Messungen werden mit eingebauten Dummy Stems aus Aluminium durchgeführt, um ein präzises und effektives Feldtuning zu ermöglichen.

Der Vortrag wird sich auf die technische Entwicklung und Erfolge des letzten Jahres konzentrieren. Es werden die wesentlichen Entwicklungs- und Fertigungsschritte dieses neuartigen Protonenbeschleunigers gezeigt und erklärt.

HK 8.4 Mo 17:40 HG ÜR 4

Optische Inspektion von supraleitenden HF-Resonatoren bei DESY — ●SEBASTIAN ADERHOLD — Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

Seit September 2008 ist bei DESY der Prototyp eines von KEK und der Universität Kyoto entwickelten Kamerasystems zur Inspektion der inneren Oberfläche von Niob-Resonatoren in Betrieb. Mehr als

20 der neunzelligen Prototyp-Resonatoren für den European XFEL sind inspiziert worden. Das einzigartige Beleuchtungssystem in Kombination mit den optischen Sensoren ermöglicht die Suche nach Defekten auf der Oberflächen in hoher Auflösung. Solche Defekte können einen Zusammenbruch des supraleitenden Zustandes hervorrufen (Quench) und dadurch den Gradienten begrenzen. Der Vergleich von auffälligen Strukturen in der optischen Inspektion und Hotspots aus der Temperatur-Kartierung während des HF-Tests zeigt Korrelationen. Die Entwicklung solcher Defekte kann in aufeinander folgenden Inspektionen während unterschiedlicher Stadien der Oberflächenbehandlung verfolgt werden. Es gibt Beispiele für Strukturen, die über alle Phasen der Oberflächenbehandlung zu erkennen sind und die nach der Endbehandlung im HF-Test mit Temperatur-Kartierung als Ort des Quenches identifiziert wurden. Ziel dieser Studien ist über das optische Verfahren ein hochauflösendes Diagnoseinstrument für die Produktion der Resonatoren bereit zu stellen.

HK 8.5 Mo 17:55 HG ÜR 4

Zweiter Schall zur Diagnose von supraleitenden Hochfrequenz-Kavitäten — ●HANNES VENNEKATE¹, MARC WENSKAT¹, MICHAEL UHRMACHER¹, ARNULF QUADT¹ und ECKHARD ELSSEN² — ¹II. Physikalisches Institut, Universität Göttingen, Friedrich-Hund-Platz 1, 37077 Göttingen — ²DESY, Notkestr. 85, 22607 Hamburg

Inhomogenitäten in den Schweißnähten oder Fehler im Material können in supraleitenden Hochfrequenz Kavitäten zu lokaler Erwärmung und damit zum Zusammenbruch (Quench) der Supraleitung führen. An der Cornell University konnte gezeigt werden, dass der zweite Schall, der sich dann im kühlenden, suprafluiden Helium auf der Außenseite der Kavität ausbreitet, benutzt werden kann, um die Position des Quenches zu finden.

Es wurden Simulationsrechnungen durchgeführt um die Anordnung und die Zahl der OST-Detektoren zu finden, die man zu einem schnellen Test der TESLA-Kavitäten mit ihren neun Zellen benötigt. Die vorgenommenen Vereinfachungen bei den Simulationen und die Ergebnisse werden diskutiert, die sich einerseits für die Messgeometrie als auch für die Ortsauflösung der Methode ergeben haben.

Es wurden Simulationsrechnungen durchgeführt um die Anordnung und die Zahl der OST-Detektoren zu finden, die man zu einem schnellen Test der TESLA-Kavitäten mit ihren neun Zellen benötigt. Die vorgenommenen Vereinfachungen bei den Simulationen und die Ergebnisse werden diskutiert, die sich einerseits für die Messgeometrie als auch für die Ortsauflösung der Methode ergeben haben.

HK 8.6 Mo 18:10 HG ÜR 4

Quench-Ortung an 9-zelligen supraleitenden Beschleunigungsresonatoren mit Hilfe des zweiten Schalls — ●FELIX SCHLANDER, ECKHARD ELSSEN und DETLEF RESCHKE — Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg

Beim lokalen thermischen Zusammenbruch ("Quench") der Supraleitung eines Beschleunigungsresonators bricht das elektrische Feld zusammen und es wird lokal Wärme freigesetzt. Dies geschieht durch Unreinheiten im Niob und durch Verarbeitungsfehler bei der Herstellung solcher Resonatoren. Der so erzeugte Energieeintrag in He-II erzeugt den sich wellenförmig ausbreitenden zweiten Schall. Hierbei handelt es sich um einen Phasenübergang von suprafluidem zu normalem flüssigen Helium. Dieser kann mit Hilfe von "Oscillating Superleak Transducern" beobachtet werden, um mittels Triangulation Rückschlüsse auf den Quench-Ort ziehen zu können. Gegenüber der bisher verwendeten Temperaturkartografie (T-Mapping) hat das hier vorgestellte Messverfahren mehrere Vorzüge. Zum Einen ist es nicht am Resonator selbst befestigt und muss daher nicht für jede Messung neu montiert werden. Zum Anderen ist der Messaufbau am Kryostateinsatz fest montiert und steht daher sofort zur Verfügung. Das Messprinzip erlaubt eine erheblich kürzere Messzeit. Derzeit ist ein entsprechender Aufbau am DESY in Planung und vorbereitende Untersuchungen zur Funktionsweise werden durchgeführt.

Beim lokalen thermischen Zusammenbruch ("Quench") der Supraleitung eines Beschleunigungsresonators bricht das elektrische Feld zusammen und es wird lokal Wärme freigesetzt. Dies geschieht durch Unreinheiten im Niob und durch Verarbeitungsfehler bei der Herstellung solcher Resonatoren. Der so erzeugte Energieeintrag in He-II erzeugt den sich wellenförmig ausbreitenden zweiten Schall. Hierbei handelt es sich um einen Phasenübergang von suprafluidem zu normalem flüssigen Helium. Dieser kann mit Hilfe von "Oscillating Superleak Transducern" beobachtet werden, um mittels Triangulation Rückschlüsse auf den Quench-Ort ziehen zu können. Gegenüber der bisher verwendeten Temperaturkartografie (T-Mapping) hat das hier vorgestellte Messverfahren mehrere Vorzüge. Zum Einen ist es nicht am Resonator selbst befestigt und muss daher nicht für jede Messung neu montiert werden. Zum Anderen ist der Messaufbau am Kryostateinsatz fest montiert und steht daher sofort zur Verfügung. Das Messprinzip erlaubt eine erheblich kürzere Messzeit. Derzeit ist ein entsprechender Aufbau am DESY in Planung und vorbereitende Untersuchungen zur Funktionsweise werden durchgeführt.

HK 8.7 Mo 18:25 HG ÜR 4

Surface roughness and correlated enhanced field emission investigations of electropolished niobium samples — ●ALIAKSANDR NAVITSKI¹, STEFAN LAGOTZKY¹, GÜNTER MÜLLER¹, DETLEF RESCHKE², and XENIA SINGER² — ¹University of Wuppertal, D-42097 Wuppertal, Germany — ²DESY, D-22603 Hamburg, Germany

Enhanced field emission (EFE) from particulate contaminations or surface irregularities is one of the main field limitations of the high gradi-

Enhanced field emission (EFE) from particulate contaminations or surface irregularities is one of the main field limitations of the high gradi-

ent superconducting niobium cavities required for XFEL and ILC [1]. While the number density and size of particulates on metal surfaces can be much reduced by high pressure water rinsing, dry ice cleaning [2] and clean room assembly of the accelerator modules, the influence of surface defects of the actually electropolished and electron-beam-welded Nb surfaces on EFE has been less studied yet. Therefore, we have systematically measured the surface roughness of typically prepared Nb samples some of which were cut out of a nine-cell cavity by means of optical profilometry and AFM. Pits with crater-like centers and sharp rims as well as scratch-like protrusions were found even on mirror-like surfaces. In order to find correlation between expected EFE and geometry of the defects, field emission scanning microscopy (FESM) and high resolution SEM have been performed on selected samples after HPR at DESY. Impact of the defects on field limitations of cavities will be discussed. [1] A. Dangwal et al., Phys. Rev. ST Accel. Beams 12, 023501 (2009). [2] A. Dangwal et al., J. Appl. Phys. 102, 044903 (2007).

HK 8.8 Mo 18:40 HG ÜR 4

The Quadrupole Resonator - A powerful tool to investigate the limits of RF superconductivity for accelerators — •T_{OBIAS}

JUNGINGER^{1,2}, WOLFGANG WEINGARTEN¹, and WELSCH CARSTEN^{3,4}
— ¹CERN, Geneva Switzerland — ²MPIK Heidelberg, Germany —
³Cockcroft Institute Warrington, United Kingdom — ⁴University of
Liverpool, United Kingdom

The superconducting technology for niobium RF cavities (SRF) was opted for and successfully exploited in different large scale accelerator projects, such as CERN-LHC, JLAB-CEBAF, or ONL-SNS. In addition, it was selected for future projects, such as the DESY-XFEL or the ESS-Scandinavia. Even though individual niobium cavities are nowadays performing up to the believed limitations (surface magnetic induction of 200 mT and a low field surface resistance of a few nΩ), it is still unclear which surface properties yield best performance and if other materials than bulk niobium could perform even better. A convenient way to answer these questions consists in investigating small samples. They can be manufactured at a low cost and easily duplicated. For such investigations a screened four-wire-transmission-line resonator named Quadrupole Resonator had been developed at CERN and was recently refurbished. The precise calorimetric measurement technique combined with the possibility of exciting the device at several frequencies (400 MHz and 1200 MHz) enables unique tests of the RF properties of superconducting samples.