Aktivitäten in Zeuthen

PITZ

Der Photoinjektor-Teststand Zeuthen (PITZ) dient der Entwicklung und Optimierung von Elektronenquellen für Freie-Elektronen-Laser (FEL).

Im Jahr 2005 lag der Schwerpunkt auf der Weiterentwicklung und dem Ausbau des Teststandes mit dem Ziel, die für den XFEL benötigte Strahlqualität, insbesondere die transversale Emittanz von ca. 1 mm mrad, zu demonstrieren.

Kernpunkte der Weiterentwicklung sind:

- Die Gunkavität soll mit einer höheren Beschleunigungsfeldstärke von 60 MV/m betrieben werden.
- Das transversale und longitudinale Laserprofil muss verbessert werden, um eine kleinere transversale Emittanz zu erzeugen.
- Die optimale Anpassung der Strahloptik in der ersten Beschleunigungssektion (Boosterkavität) soll experimentell bestätigt werden.

Im ersten Quartal wurden eine Reihe umfassender Infrastrukturmaßnahmen realisiert. Dies betraf u.a. die umfangreiche Erweiterung des Kühl- und Klimatisierungssystems, welches den gleichzeitigen Betrieb von 2 Klystrons mit jeweils 10 MW HF-Leistung erlaubt.

Der Einsatz eines zweiten Hochfrequenzsystems für den Betrieb der Gunkavität mit einem 10 MW Klystron wurde vorbereitet. Das bisherige System wird für den Betrieb der im Frühjahr 2005 installierten Boosterkavität verwendet. Ein derartiges 10 MW Klystron wird benötigt, um das beschleunigende elektrische Feld in der Gunkavität auf 60 MV/m zu erhöhen. Bei der Lieferung des Klystrons kam es zu Verzögerungen und verschiedene Betriebsparameter wurden nicht erreicht.

Dennoch konnte mit 57 MV/m der angestrebte Beschleunigungsgradient annähernd erreicht werden.

Wegen eines Vakuumlecks in der Gunkavität Nr. 1 wurde ab Mitte Oktober die Strahlzeit beendet, die Gunkavität ausgebaut und die Vorbereitungen für den Einbau der bereits gefertigten neuen Gunkavität Nr. 3 begonnen. Anfang Dezember wurde sie in Hamburg auf die richtige Frequenz abgestimmt und soll nach dem Einbau ab Februar 2006 konditioniert werden.

Der vom MBI entwickelte Kathodenlaser wurde durch einen umfassenden Umbau wesentlich verbessert. Alle Stufen werden nunmehr mit Laserdioden gepumpt. Das führt zu einer Verbesserung der Stabilität des Lasers und geringerer Störanfälligkeit. Die Laserintensität wird jetzt durch einen Abschwächer hinter dem Laser eingestellt, so dass alle anderen Einstellungen des Lasers von der Laserintensität unabhängig sind. Das Laserstrahltransportsystem wurde generell rekonstruiert. Die Strahlprofil formende Blende wurde näher zur Photokatode positioniert, wodurch das transversale Strahlprofil auf der Photokatode verbessert wird. Die Zahl der fernbedienbaren Komponenten wurde erhöht. Der Laser wurde zusammen mit dem Laserstrahltransportsystem nach der Rekonstruktion im April in Betrieb genommen.

Nach dem Abschluss der Arbeiten zur Infrastruktur begann der generelle Schichtbetrieb im März zunächst mit dem Konditionieren der Boosterkavität. Ende April wurden die ersten Photoelektronen erzeugt.

Das vom INFN Frascati entwickelte Emittanzmeter wurde im Juni am PITZ installiert und in Betrieb genommen. Erste Messungen wurden mit Erfolg durchgeführt. Das Emittanzmeter gestattet es, die transversale Emittanz des Elektronenstrahls an verschiedenen Orten längs der Strahlachse innerhalb eines Bereiches von 1.2 m zu messen. Im Sommer und Herbst wurden in dem zu diesem Zeitpunkt realisierten Aufbau Strahlmessungen durchgeführt und die neuen Hardware-Komponenten in Betrieb genommen. Bisher wurde mit der Boosterkavität ein maximaler Strahlimpuls von 13.7 MeV/c erzielt.

Ende Oktober begann ein weiterer Umbau der Diagnose-Strahlkonfiguration.

Modulator Teststand

Dieses Projekt wurde im Juni 2005 begonnen. Im Rahmen des WP1 des europäischen Röntgenlaserprojektes XFEL sollen an dem zu errichtenden Modulatorteststand Modulatoren für die Klystrons aufgebaut und erprobt werden. Nach der Erarbeitung des Konzepts wurde mit der Projektierung begonnen, wobei insbesondere auf die Einbeziehung der bereits bestehenden Infrastruktur geachtet wurde. Die erforderlichen Bauarbeiten werden 2006 beginnen. In Absprache mit der Gruppe MHF-p in Hamburg wurde eine Liste aller erforderlichen Geräte und Ausrüstungen erarbeitet und mit den Bestellungen derselben begonnen.

Parallel dazu erfolgte wiederum gemeinsam mit MHF-p die Erarbeitung und Abstimmung einer Technischen Spezifikation für die weltweite Ausschreibung der Entwicklung eines Prototyp-Modulators für das XFEL-Projekt. Es ist geplant, im Teststand mehrere Modulatoren unterschiedlicher Hersteller im Dauertest zu untersuchen. Ziel dieses Teilprojektes ist es, die Spezifikation für einen Modulator zu erarbeiten, der später im XFEL-Projekt als Standard eingesetzt werden kann.

Wirescanner in der Undulatorsektion des VUV-FEL

Die präzise Strahldiagnostik mit der Bestimmung von Position und Emittanz des Strahls in der Undulatorsektion ist für die Optimierung des SASE-FEL Prozesses äußerst wichtig. Die maximale Abweichung der Strahlachse des Elektronenstrahls von der des Photonenstrahls darf über die gesamte Undulatorlänge von 30 m nicht mehr als 50 µm betragen.

Ein Beitrag zur Strahldiagnose in der Undulatorsektion war die Entwicklung und der Einbau spezieller Wirescanner. Bei dieser Art von Strahllagemonitoren werden durch Szintillationszähler die sekundären Teilchen detektiert, die beim Durchgang von dünnen Drähten (10–50 µm) durch den Strahl erzeugt werden. Sieben Wirescannerstationen, die sich vor, zwischen und hinter den einzelnen Undulatoren befinden, haben jeweils zwei individuelle Wirescanner für die horizontale und vertikale Richtung.

Im Routinebetrieb des VUV-FEL Beschleunigers werden die Wirescanner sowohl für die aktuelle Bestimmung der Strahlparameter als auch für systematische Untersuchungen und die Kalibration neuer Beschleunigerkomponenten intensiv genutzt.

Entwicklung des Restgasionendetektors

Um den Betrieb des VUV- FEL bzw. XFEL zu gewährleisten, wurde in der Zusammenarbeit zwischen HASY-LAB und Zeuthen die Weiterentwicklung des Restgasionendetektors fortgeführt. Dieser Detektor basiert auf dem Prinzip der Ionisation des Restgases im Strahlrohr und ermöglicht die gleichzeitige Bestimmung von Position und Form eines Photonenpaketes. Die Ergebnisse werden für eine eventuelle Korrektur in der Strahlführung verwendet.

Mit Hilfe der Programme SIMION und CST Particle Studio wurden Simulationensrechnungen durchgeführt. Daraus kann man auf ein Auflösungsvermögen im Bereich von 20 µm schließen. Gleichzeitig erfolgte der Bau eines Prototyps, um erste experimentelle Erkenntnisse zu gewinnen. Abbildung 99 zeigt einen Prototyp, der im VUV-FEL getestet wurde. Die dabei gewonnenen Resultate dienen dazu, den Restgasionendetektor weiter zu verbessern.

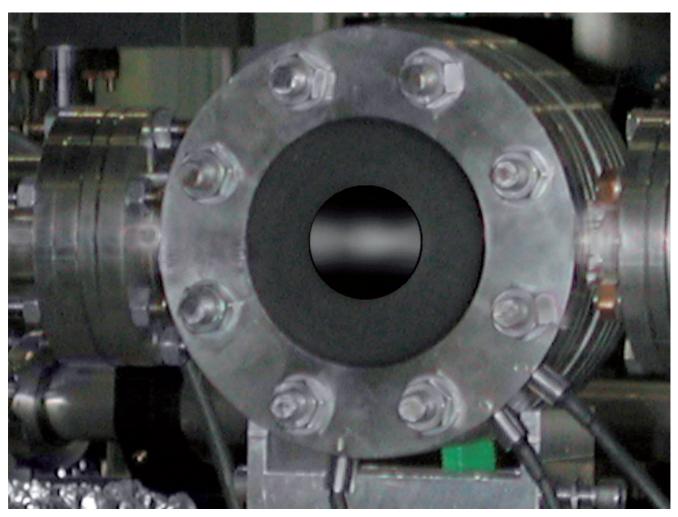


Abbildung 99: Prototyp eines Restgasdetektors bei einem Test am VUV-FEL. In der Mitte der Abbildung ist das auf eine MCP (Micro Channel Plate) projizierte Bild des durch den Photonenstrahl ionisierten Restgases in der Vakuumkammer zu sehen.