

# Sachbericht

**Berichtszeitraum:** 01.01.2005 bis 31.12.2005

**Projektnummer:** VH-VI-104

**Virtuelles Institut:** Plasma Physics Research Using FEL Radiation

**Partner:** Arbeitsgruppe Prof. Dr. R. Redmer, Institut für Physik, Universität Rostock (nachfolgend kurz U Rostock)

Arbeitsgruppe Prof. Dr. E. Förster, Institut für Optik und

Quantenelektronik, Universität Jena, (nachfolgend kurz U Jena)

Arbeitsgruppe Dr. Th. Tschentscher, HASYLAB, DESY, (nachfolgend kurz DESY)

## Allgemeine Arbeiten:

Im Jahr 2005 wurden die ersten Experimente am VUV-FEL in Hamburg durchgeführt. Mitglieder des virtuellen Instituts waren dabei an Experimenten im Bereich der Plasmaphysik mit Fragestellungen beteiligt, die in einem weiteren Umfeld mit den Arbeiten des VI zusammenhängen.

### Schwerpunktthemen des Partners *U Rostock*

Die Arbeiten der Rostocker Gruppe konzentrierten sich auf die Entwicklung der theoretischen Grundlagen für das geplante Pump-Probe-Experiment am VUV-FEL zur Diagnostik dichter Plasmen mittels Thomson-Streuung. Dabei wurden vier wesentliche Aufgaben bearbeitet:

1. Die konsistente Berechnung der dynamischen Stoßfrequenz wurde für den optischen und VUV-Bereich für verschiedene Intensitäten bis zu  $10^{17} \text{ W/cm}^2$  durchgeführt (Postdoc D. Semkat 4-12/2005). Die erhaltenen Ergebnisse sind zum Verständnis der Einkopplung von intensivem Laserlicht in Materie, speziell für die geplanten Thomson-Streu- und Absorptions-Transmissions-Experimente der Peak Brightness Collaboration, sowie als Input in hydrodynamische Simulationen für das Verhalten des Targetmaterials wichtig.
2. Die theoretischen Grundlagen für die Wechselwirkung von VUV- und Röntgenlicht mit dichter Materie wurden weiter entwickelt. Insbesondere wurde der dynamische Strukturfaktor unter Berücksichtigung von Stößen/Korrelationen zwischen den freien Teilchen über die Standardnäherung der RPA hinaus berechnet. Dabei wurden erstmals starke Stöße und dynamische Abschirmung berücksichtigt (Doktorand R. Thiele 1-12/2005).
3. Der angestrebte Parameterbereich für die ersten Experimente am VUV-FEL wurde abgeschätzt: Targetdichten von etwa  $10^{21} \text{ cm}^{-3}$  und Temperaturen von einigen eV (in Abhängigkeit von Wellenlänge und verfügbarer Auflösung). In den Experimenten soll erstmals die Streuung an kollektiven Moden (Plasmonen) für die Plasmadiagnostik ausgenutzt werden. Das theoretisch zu erwartende Thomson-Streusignal wurde unter Berücksichtigung der diagnostischen Möglichkeiten im VUV-Bereich und der am VUV-FEL zu erwartenden Parameter Wellenlänge, Intensität und Bandbreite berechnet (Postdoc A. Höll seit 11/2005).
4. Es erfolgte die Berechnung des zu erwartenden Bremsstrahlungshintergrundes relativ zum Thomson-Streusignal für die am VUV-FEL und später am XFEL relevanten Parameter. Es zeigt sich, dass die verfügbaren Laserintensitäten für das geplante Pump-Probe-Experiment ausreichen (Doktorand C. Fortmann 1-6/2005).

### Schwerpunktthemen des Partners *U Jena*

A multi channel multilayer-diode-array energy sampling spectrometer in the VUV range had been designed and fabricated. To check our optical design and verify it effectively, two special computer codes have been written. One of them is to characterize focus properties of concave mirrors, and the other is to calculate reflectivity of concave multilayer systems. It was decided to sample emission at the following energy points: 15 eV, 30 eV, 50 eV, 90 eV, 250 eV, 300 eV and 400 eV. The first five lower energy multilayers and all the diodes

including electric data readout system are to be provided by Dr. Ph. Zeitoun (LOA Palaiseau) with whom we collaborate on this project. The three higher energy multilayers have been fabricated and characterized by using an x-ray reflectometer of the Fraunhofer Institute of Optics and Fine Mechanics Jena.

For the Thomson scattering experiment a high resolution VUV spectrometer is required. Several options had been proposed and compared. Finally a grazing incidence toroidal mirror plus a high line density transmission grating configuration had been taken as the best solution. This instrument could provide the required high spectral resolution in combination with a reasonable high sensitivity. The spectrometer is ready for test experiments and will be adapted to the new vacuum chamber for the experiments at DESY.

### **Schwerpunktthemen des Partners DESY**

Es wurde begonnen die Apparatur für die Experimente am VUV-FEL aufzubauen. Dazu wurden unter anderem Vakuumbauteile wie Ventile, Vor- und Turbopumpe, Druckmeßgeräte, sowie Kleinteile beschafft und in ersten Experimenten getestet und eingesetzt. Ein Computersystem zu Ansteuerung und Kontrolle der Messapparatur, sowie zur Datennahme wurde aufgebaut und in ersten Messungen eingesetzt. Weiterhin wurde eine CCD-Kamera beschafft und getestet, die in den spektroskopischen Messungen eingesetzt wird. Alle diese Komponenten wurden in den ersten Experimenten am VUV-FEL, die im Oktober 2005 für den Bereich der Plasmaphysik begonnen haben, getestet. An diesen Messungen haben Mitglieder der drei Institute auch direkt teilgenommen.

Die Festlegung der Details der Vakuumkammer für die im Zentrum dieses Projekts stehenden Experimente wurde fortgesetzt. Details wie Kinematik des Streuprozesses und Amplitude des Messsignals sind ausschlaggebende Größen für die Auslegung der Kammer. Es wurde entschieden, die erste Messkampagne am VUV-FEL im Bereich der Gasphasen-Thomsonstreuung (im Februar 2006) abzuwarten, um die Erfahrungen während dieser Messkampagne bei der Auslegung der Kammer berücksichtigen zu können. Die Festlegung sowie das Design der Streukammer wird bis Juni 2006 abgeschlossen sein, so daß Vakuumkammer im Herbst 2006 für die Experimente zur Verfügung steht.

### **Veröffentlichungen**

- [1] R. Redmer, H. Reinholtz, G. Röpke, R. Thiele, A. Höll, IEEE Trans. Plasma Sci. **33**, 1, 77-84 (2005).
- [2] R. Thiele, R. Redmer, H. Reinholtz, G. Röpke, Report GSI-2005-3, TT-17 (2005).
- [3] T. Tschentscher, S. Toleikis, Eur. Phys. J. D **36**, 193-197 (2005)

### **Konferenzbeiträge**

Eine der Thematik des VI gewidmete Session wurde mit drei eigenen Beiträgen auf dem 25. International Workshop on High Energy Density in Matter in Hirschegg/Österreich (31.01.-03.02.2005) organisiert. Weitere Beiträge des VI wurden auf der DPG-Frühjahrstagung in Berlin (04.-09.03.2005), der 10. International Conference on Strongly Coupled Coulomb Systems in Moskau/Russland (20.-25.06.2005) und der 3. International Conference on Warm Dense Matter in Vancouver/Kanada (06.-08.10.2005) gehalten.

### **Andere Veranstaltungen**

Im WS 05/06 haben Mitglieder des VI an der U Rostock eine Vorlesung mit dem Thema „Plasmaphysik mit Freie-Elektronen-Lasern“ mit großer Resonanz abgehalten.

### **VI-Meetings:**

01.02.2005 Hirschegg  
09.-10.06.2005 Rostock