

# Sachbericht

**Berichtszeitraum:** 01.09.2004 bis 31.12.2004  
**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:

Bei Bewilligung des Projekts begann die detaillierte Planung der Arbeiten in den jeweiligen Partnerinstituten, die bei einem initiierten Treffen des Virtuellen Instituts am 03.11.2004 in Jena zwischen den Partnern abgeglichen wurde. Einer der ersten milestones wird im Herbst 2005 ein Experiment am VUV-FEL bei DESY sein, in dem zum ersten Mal die Wechselwirkung intensiver, kurzwelliger Strahlung mit Materie sowie die Erzeugung von Plasmen untersucht werden soll. Die Arbeiten im ersten Jahr des Projekts bei den Partnern U Jena und DESY zielen insbesondere auf die Vorbereitung dieser Experimente. Der Schwerpunkt der Arbeiten des Partners U Rostock im gleichen Zeitraum liegt in der Entwicklung der Theorie für die Thomson-Streuung von Photonen im VUV- und Röntgenbereich in dichten Plasmen. Die Ergebnisse der Experimente sowie die Festlegung der wichtigen Messparameter aus theoretischen Vorhersagen bestimmen dann die Anforderungen für die Thomson-Streuexperimente im Vakuum-Ultraviolett (VUV). Erste Thomson-Streuexperimente sind für 2006 geplant.

In Abstimmung mit der internationalen Kollaboration, die die Plasma-Physik Experimente am VUV-FEL gemeinsam durchführen wird, wurde die experimentelle Apparatur für die Messkampagne 2005 festgelegt. DESY wird hierfür Vakuumkomponenten vorbereiten und testen sowie die Koordination vor Ort übernehmen. U Jena ist beteiligt an den Vorbereitungen der VUV-Spektrometrie zur Untersuchung der von den erzeugten Plasmen emittierten Strahlung

Neben diesen Arbeiten wurde der formale Rahmen des Virtuellen Instituts festgelegt. Halbjährliche Treffen werden alternierend bei den beteiligten Partnern durchgeführt. Zudem werden Tagungen und Workshops als Plattform für Projektabsprachen genutzt werden. Auf diesen Tagungen erfolgen gemeinsame Beiträge der Partner des Virtuellen Instituts. Erstes Beispiel ist der *International Workshop on Physics in High Energy Density in Matter* vom 30.01.2005 bis 04.02.2005 in Hirschegg, bei dem eine Session mit Schwerpunkt auf Experimenten am VUV-FEL mitorganisiert wurde. Ein gemeinsamer Beitrag wurde bei der DPG Frühjahrstagung 2005 gehalten. Weiterhin wurde beschlossen einen gemeinsamen Vorlesungszyklus zu entwickeln, der der Thematik des Virtuellen Instituts gewidmet ist und an den Universitäten Rostock (WS 2005/06) und Jena (2006/07) angeboten werden soll.

Kollaborationen mit externen Arbeitsgruppen mit spezieller Expertise wurden in allen Partnerinstituten begonnen.

## Schwerpunktt Themen des Partners U Rostock

Die Arbeiten konzentrieren sich zunächst auf die Entwicklung einer Theorie für die Thomson-Streuung von Photonen im VUV- und Röntgenbereich in dichten Plasmen. Die Ergebnisse dieser Rechnungen als Funktion charakteristischer Plasmaparameter ermöglichen es die diagnostischen Anforderungen an das Thomson-Streuexperiment zu bestimmen. Dazu wurde in den ersten Monaten begonnen einen Zugang zum elektronischen Anteil des dynamischen Strukturfaktors  $S(q,\omega)$  auszuarbeiten, der über die Standardnäherung der RPA hinaus geht

und sowohl dynamische Abschirmung als auch starke Stöße auf dem Niveau der Gold-DeWitt-Näherung berücksichtigt. Die entsprechenden Ausdrücke sind für typische Plasmaparameter, wie sie in Experimenten mit dem VUV-FEL erreicht werden, ausgewertet worden [1, 2, 3].

Der Zusammenhang zwischen experimentell zugänglichen Messgrößen und relevanten Parametern der erzeugten Plasmen bedarf noch detaillierter Untersuchungen, insbesondere auch der relativen Intensitäten der Thomson-Streuung, etwa in Konkurrenz zum Bremsstrahlungsuntergrund. Als ein weiteres, besonders für die ersten Experimente am VUV-FEL wichtiges Problem wurde die Untersuchung transienter Zustände der erzeugten Plasmen erkannt. Beide Thematiken werden in 2005 bearbeitet werden.

#### **Schwerpunktt Themen des Partners *U Jena***

Erste Überlegungen für VUV-Spektrometer zur Untersuchung der Thomson-Streuung zeigen die hohen Anforderungen an spektrale Auflösung und Effizienz. Es wurde beschlossen, zunächst ein Spektrometer aufzubauen, dessen Effizienz optimiert ist, um in den ersten Experimenten in 2005 die FEL induzierte VUV Emission der Plasmen untersuchen zu können. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen bieten die Basis für das Design eines optimierten Spektrometers für VUV Thomson-Streuexperimente am VUV-FEL in Hamburg. Dieses Spektrometer wäre für die geforderte Auflösung, den entsprechenden Wellenlängenbereich sowie den geforderten dynamischen Bereich adaptiert.

Hocheffiziente Spektrometer im VUV benutzen fokussierende Multilayer-Optiken. Es wurde daher in Zusammenarbeit mit dem IOF Jena begonnen Optiken für  $E=15\text{eV}$ ,  $30\text{eV}$ ,  $50\text{eV}$ ,  $90\text{eV}$ ,  $150\text{eV}$ ,  $200\text{eV}$ ,  $250\text{eV}$  und  $300\text{eV}$  zu entwerfen. Es zeigt sich, dass Multilayer für  $E=150\text{eV}$  und  $200\text{eV}$  relativ schwierig herzustellen sind. Ray-tracing Simulationsprogramme sind für die Auslegung des Spektrometers erforderlich. Die Integration des Spektrometers in die Vakuumkammer für die Experimente erfolgt in Kollaboration mit Dr. Philippe Zeitoun (LOA, Palaiseau F). Es wurde vorgesehen, die Komponenten vor dem Experiment am VUV-FEL zu testen, voraussichtlich unter Nutzung des Laser Systems am LOA.

#### **Schwerpunktt Themen des Partners *DESY***

Im Berichtszeitraum wurde damit begonnen, die im Herbst 2005 stattfindenden Experimente vorzubereiten. Komponenten für die Kontrollen und Steuerung der Experimente wurden definiert und bestellt. Die Lieferung erfolgt im Frühjahr 2005.

In Kollaboration mit Arbeitsgruppen am LOA in Palaiseau (F), CNRS in Marseille (F) und U Edmonton in Alberta (CAN) wurden begonnen experimentelle Parameter für die VUV Thomson-Streuexperimente zu diskutieren. Eine Festlegung dieser Parameter ist für 2005 geplant, um erste Experimente in 2006 durchführen zu können.

#### **Veröffentlichungen**

- [1] A. Höll, R. Redmer, G. Röpke, H. Reinholz, Eur. Phys. J. D 29, 159-162 (2004)
- [2] R. Redmer, H. Reinholz, G. Röpke, A. Höll, IEEE Trans. Plasma Sci. 33, 77-84 (2005)
- [3] R. Thiele, H. Reinholz, R. Redmer, G. Röpke, Eur. Phys. J. D (submitted)

#### **Konferenzbeiträge**

WE-Heraeus-Schule Rostock Oktober/2004

#### **VI-Meetings:**

25.06.2004 Rostock (Vorbereitung VI)

03.11.2004 Jena