Schlussbericht zum Projekt "Nanostrukturforschung an funktionalen Materialien mit kurzen Kohärenzlängen am TTF-VUV-FEL"

Schlussbericht im Rahmen des Impuls- und Vernetzungsfonds

- Virtuelle Institute -

Vorhabenskennzeichnung	
Impulsfonds-Projektnummer:	VH-FZ-007
Projekttitel:	Nanostrukturforschung an funktionalen Materialien mit kurzen Kohärenzlängen am TTF-VUV-FEL
Federführende/r Wissenschaftler/in	**Prof. Dr. Michael Rübhausen und Prof. Dr. Ulrich Merkt** Institut für Angewandte Physik und Zentrum für Mikrostrukturforschung, Universität Hamburg **Dr. Josef Feldhaus und Prof. Dr. Jochen Schneider** HASYLAB/DESY
Federführendes Helmholtz-Zentrum:	
Weitere beteiligte Helmholtz-Zentren:	
Beteiligte Universitäten und andere Partner:	
Berichtszeitraum (Förderungszeitraum)	Januar 2003 – März 2007

1. Zusammenfassung

Dieses Projekt ist Teil eines größeren Vorhabens, dessen Ziel der Aufbau eines neuartigen VUV-Raman-Spektrometers am HASYLAB/DESY ist. Das Spektrometer wird einzigartige Forschungsmöglichkeiten auf den Gebieten der Physik, Chemie, Biologie und Medizin ermöglichen. Die Leistungsfähigkeit des Spektrometers soll durch Pilotexperimente zu den Themen Korrelationseffekte in Festkörpern, atomare und molekulare Systeme sowie Biophysik demonstriert werden. Das Spektrometer selbst wird vom BMBF finanziert. Innerhalb dieses Projektes stellt das Helmholtz-Forschungszentrum notwendiges Personal für den Aufbau und den Betrieb des Spektrometers zur Verfügung. Darüber hinaus unterstützt es die wissenschaftlichen Arbeiten innerhalb eines internationalen Wissenschaftsnetzwerks, an dem Gruppen aus Deutschland (Institut für Angewandte Physik und Zentrum für Mikrostrukturforschung der Universität Hamburg, HASYLAB/DESY, Hahn-Meitner-Institut, Max-Planck-Institut für Festkörperforschung), Schweden (Chalmers University of Technology, Uppsala University) und den USA (Cornell University, University of Illinois at Urbana Champaign) beteiligt sind. Zum Ausbau der Kooperationen dienen verschiedene Veranstaltungen, die im Rahmen dieses Projektes vom Helmholtz-Forschungszentrum mitorganisiert werden (siehe Übersicht).

Im Rahmen dieses Projektes und seiner Folgeprojekte wurde das Spektrometer geplant, das Design in diversen Treffen verschiedener Experten optimiert und verifiziert. Nach einer Produktionsphase folgten erste Testreihen bei den produzierenden Firmen und die Auslieferung der Gerätekomponenten im Januar 2008, um abschließende Überprüfungen der

Leistungsfähigkeit und Spezifikationen durchzuführen und das Gerät für die ersten Messungen vorzubereiten.
Parallel zur der Entwicklung und Fertigung des neuen Gerätes wurden an bestehenden experimentellen Aufbauten am Institut für Angewandte Physik, am HASYLAB / DESY, sowie an der NSLS in Brookhaven (USA) die wissenschaftlichen Grundlagen für die Arbeit am FLASH geschaffen. Besonders hervorzuheben ist hier die Konzeption und erfolgreiche Realisierung von zeitaufgelöster Pump-Probe Ramanspektroskopie am Institut für Angewandte Physik in Hamburg. Hier wurden korrelierte Systeme, beispielsweise High-T_c – Supraleiter, untersucht.

2. Arbeits- und Ergebnisbericht

Startphase

Die im Februar 2003 bewilligte Anschubfinanzierung von 20.000 € (Universität Hamburg)/15.000 € (HASYLAB/DESY) wurde überwiegend für die dreimonatige BAT IIa-Stelle von Frau Dr. Katrin Buth verwendet, die wesentlich an der Koordination und Redaktion der Anträge sowie an der Kommunikation mit den Wissenschaftlern beteiligt war. Die restlichen Mittel wurden für die Ausarbeitung des Spektrometer-Konzepts, einen Workshop zum technischen Design des Spektrometers und für Gäste verwendet. Der Hauptantrag für das Helmholtz-Forschungszentrum wurde im April 2003 eingereicht und im September 2003 sehr positiv bewertet. Der offizielle Zuwendungsbescheid ist aber erst im Januar 2004 eingegangen. Die ursprünglich für 2003 vorgesehenen Mittel wurden daher im Jahr 2004 vertragsgemäß verwendet.

Nach Fertigstellung des Technical Design Reports hat das BMBF im Juni 2004 die Mittel für das VUV-Raman-Spektrometer bewilligt. Im Technical Design Report (siehe Anlage) werden die besonderen Eigenschaften des neuen VUV-Raman-Spektrometers ausführlich beschrieben. Die dargestellten ray-tracing-Simulationen belegen die Durchführbarkeit des Projekts. Das Konzept des VUV-Raman-Spektrometers wurde innerhalb einer internationalen Wissenschaftlerkollaboration entwickelt, an der im Umgang mit Synchrotronstrahlung erfahrene Wissenschaftler beteiligt sind. Im April 2004 wurde hierzu ein Technical Design Review Workshop "High-Resolution Double Monochromator at the VUV-FEL of the TESLA Test Facility 2" am HASYLAB/DESY veranstaltet. Dieser Workshop diente gleichzeitig als sogenanntes Kick-Off Meeting, wie es im HGF-Antrag genannt wird. Dabei wurden insbesondere die Kontakte mit der Gruppe von Prof. Dr. Wilfried Wurth, die unter anderem im Rahmen des Helmholtz-Forschungszentrums "Physik mit kohärenten Strahlungsquellen" den für das VUV-Raman-Spektrometer wichtigen hochauflösenden Primärmonochromator aufbaut, und den für die Experimentierhalle am HASYLAB/DESY verantwortlichen Personen intensiviert.

Beschaffung und Aufbau des VUV-Raman-Spektrometers

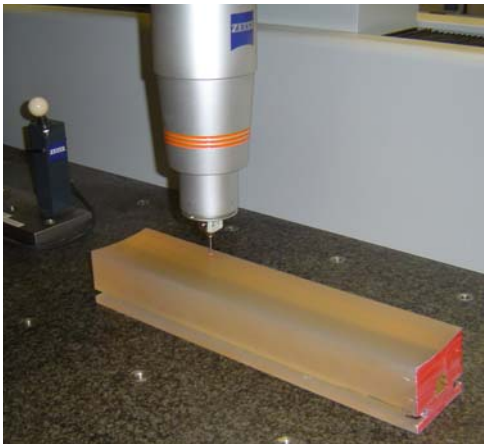
Im September 2004 wurde in Kooperation mit der Finanzbehörde Hamburg die internationale Ausschreibung des VUV-Raman-Spektrometers begonnen. Das Ausschreibungsverfahren ist ein Verhandlungsverfahren mit vorgeschaltetem öffentlichen Teilnahmewettbewerb. Der Aufruf zur Interessensbekundung wurde im Supplement to the Official Journal of the European Union, im Physik Journal, in Physics Today, im Hamburger Abendblatt und im Internet veröffentlicht. Die eingegangenen Interessensbekundungen von Firmen aus Europa und den USA werden zur Zeit von einer Kommission evaluiert. Dazu wurden von einigen Kommissions-

mitgliedern auch Besuche bei den Firmen durchgeführt, um die Herstellungsverfahren vor Ort zu begutachten. In der folgenden Tabelle sind alle Kommissionsmitglieder aufgeführt.

Mitglied	Vertreter
Prof. Dr. Michael Rübhausen Institut für Angewandte Physik, Universität Hamburg	
Prof. Dr. Ulrich Merkt Institut für Angewandte Physik, Universität Hamburg	
Dr. Katrin Buth Institut für Angewandte Physik, Universität Hamburg	
Dr. Benjamin Schulz Institut für Angewandte Physik, Universität Hamburg	Michael Wellhöfer Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg
Dr. Ruben Reininger SAS – Scientific Answers & Solutions, USA	
Dr. Michael Martins Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg	Prof. Dr. Wilfried Wurth Institut für Experimentalphysik, Universität Hamburg
Dr. Josef Feldhaus HASYLAB/DESY	Dr. Elke Plönjes HASYLAB/DESY
Dr. Ulrich Hahn HASYLAB/DESY	Dr. Kai Tiedtke HASYLAB/DESY

Die Spezifikationen der Gitter und Spiegel sind zum Teil von der Arbeitsgruppe von Dr. Fred Senf und Dr. Heiner Lammert am BESSY mit der Nano Optic Measuring Machine (NOM) überprüft werden. Mit der derzeitigen Apparatur können alle Gitter sowie die Spiegel in meridionaler Richtung vermessen werden. Die Vermessung der Spiegel in sagittaler Richtung ist aufgrund der starken Krümmungen noch nicht möglich.
Im Januar 2005 sowie im März 2005 wurden Reisen nach Boston, Madison (nahe Chicago) und Denver, sowie nach Berlin und Jena unternommen. Dabei wurden diejenigen Firmen begutachtet, die eine Interessensbekundung abgegeben hatten.
Im weiteren Verlauf des Jahres 2005 wurden in diversen Treffen der Kommision die Interessensbekundungen und Begutachtungsreisen ausgewertet und ausgewählte Firmen zur Abgabe eines Angebotes aufgefordert. Gleichzeitig wurde das Design des Spektrometers mit den während der Begutachtungen gewonnen Erkenntnissen optimiert und neu überprüft.
Es wurden ein neues Designkonzept mit sog. „inside / outside order“ Gitteranordnung entwickelt als Alternative zur vorher entwickelten“ inside / inside order“ Gitteranordnung.
Am Stichtag der Angebotsphase lag lediglich ein legales Angebot vor.
Trotzdem konnte in intensiven Verhandlungen dieses Angebot dahingehend modifiziert werden, dass der Gesamtpreis reduziert werden konnte, während gleichzeitig der Funktionsumfang des Gerätes erweitert wurde. Am 15.12.2005 erfolgte die Auftragsvergabe.
Im Jahr 2006 fanden mehrere Treffen von Kommissionsmitgliedern mit den Herstellerfirmen zur Fixierung des endgültigen Designs statt. Durch diese dynamische Strategie wird sichergestellt, dass eine optimale Ausnutzung der Erfahrungen und Expertisen aller Beteiligten stattfindet. Außerdem werden Planungsfehler durch die beständige Überprüfung aller Komponenten des Spektrometers minimiert (Qualitätssicherung). Am 25. und 26. Oktober 2006 fand am Institut für Angewandte Physik das „Final Design Review Meeting“ statt, in dessen Verlauf alle Bestandteile des Gerätes noch einmal einer kritischen Prüfung unterzogen wurden und alle Herstellungsparameter festgelegt wurden.
Nichtsdestotrotz wurde auch im nachfolgenden Produktionsprozeß Wert auf eine enge Zusammenarbeit zwischen den Kommisionsmitgliedern und den Herstellerfirmen gelegt, um

bei der Produktion auftretende Fragestellungen möglichst schnell beantworten zu können. Im Dezember 2007 schließlich wurden zwei Treffen in Berlin und Jena abgehalten, in denen die ersten Spezifikationen von Gerätekomponenten überprüft wurden und die Auslieferung geplant wurde. Im Zeitraum vom 14. bis 24. Januar 2008 wurden Gerätekomponenten am DESY fest installiert, am 29. Januar 2008 wurden die Spiegel – und Gitterhalterungen am Institut für Angewandte Physik angeliefert. Die Abbildungen 1 bis 3 zeigen die Qualitätsuntersuchung eines Hauptspiegels (Abb. 1), den aktuellen schematischen Aufbau des Geräts (Abb. 2), sowie einige Impressionen der Situation in der Experimentierhalle am FLASH (Abb. 3a) und der Einbringung der Gerätekomponenten am Institut für Angewandte Physik (Abb.3b).



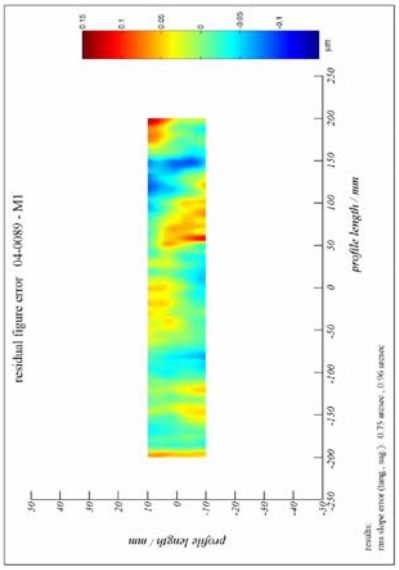


Abbildung 1:
Der fertiggestellte Spiegel M1 ist der erste Spiegel im Doppelmonochromator. Der bei diesem stark gekrümmten Spiegel (160 mm Krümmungsradius) gemessene Slope error beträgt lediglich 0,9 Bogensekunden (benötigte Spezifikation: 3 Bogensekunden)

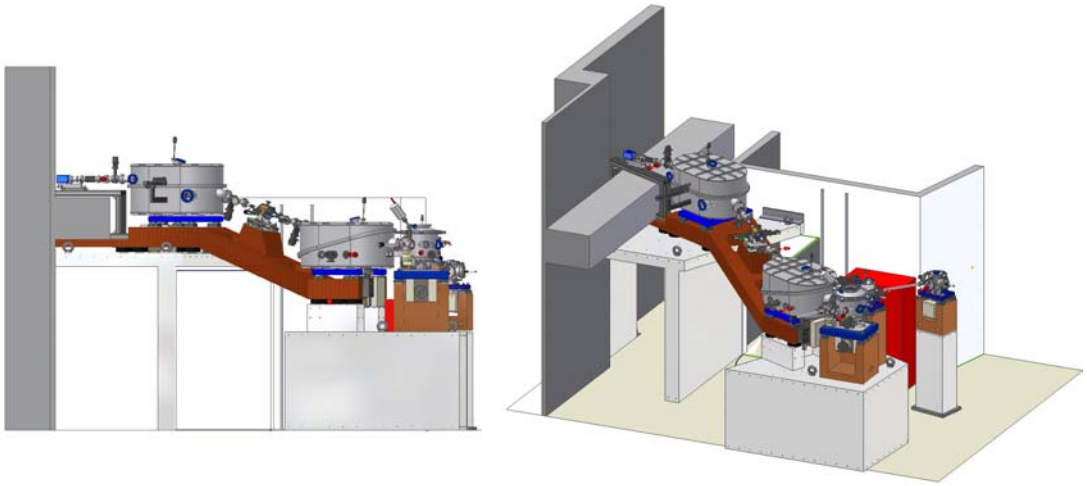


Abbildung 2:
Schematischer Aufbau des hochauflösenden Doppelmonochromators am FLASH für zeitaufgelöste Ramanspektroskopie im VUV. Die Betonblöcke der Unterkonstruktion wurden im März 2007 installiert, ein Großteil der gezeigten Gerätekomponenten wurde im Januar 2008 angeliefert. Momentan laufen weitere Überprüfungen der Spezifikationen.

Abbildung 3:
Impressionen der Situation an der Experimentierhalle am FLASH in Hamburg (a) und der Einbringung der der Gerätekomponenten am Institut für Angewandte Physik (b).

Wissenschaftliche Arbeiten

Am UV-Raman-Spektrometer UT-3 des Instituts für Angewandte Physik finden bereits Experimente statt, die als Vorbereitung für entsprechende Experimente am VUV-Raman-Spektrometer dienen. Im Mittelpunkt stehen dabei zur Zeit die orbitale Ordnung, die Phasen-inhomogenität sowie die konkurrierenden Wechselwirkungen zwischen Gitter, Ladung, Spin und orbitalen Freiheitsgraden in den Manganaten [2, 5, 11]. Ein wichtiges Beispiel ist die detaillierte Untersuchung der orbitalen Ordnung in $LaMnO_3$ mittels der resonanten Raman-Streuung [5]. Die Doktorandin Rilana Maeser (geb. Krüger) hat hierzu auf dem APS March Meeting 2005 einen eingeladenen Vortrag gehalten. Im Bereich der Kupratsupraleiter wurden der Proximity-Effekt an Supergittern aus $YBa_2Cu_3O_7/PrBa_2Cu_3O_7$ sowie die Resonanzeigen-schaften des Paarbrechungspeaks bzw. der Energielücke der Kuprate untersucht [1, 6, 16, 17]. Wir konnten mit unseren Resonanz-Untersuchungen zeigen, dass es sich bei dem Paar-brechungspeak und der verringerten Intensität in der supraleitenden Energielücke in den Spektren nicht um eine einzige Anregung, sondern um die Überlagerung verschiedener An-regungen unterschiedlichen Ursprungs handelt [17]. Dieses sehr überraschende Ergebnis konnte nur mittels resonanter inelastischer Lichtstreuung erhalten werden. An Halbleiterver-bindungen mit Stickstoff-Verunreinigungen wurden die Veränderungen der Zustandsdichte an verschiedenen Punkten der Brillouin-Zone und das dadurch verursachte Schieben der Energielücken zwischen den Valenz- und Leitungsbändern untersucht [9].
Die Möglichkeiten des UT-3 Ramanspektrometers wurden gezielt ausgewertet [8]. Im Jahr 2006 wurden Untersuchungen zum Verhalten von Kupraten im UV durchgeführt [13]. Außerdem gab es diverse Experimente an Synchrotronquellen mit den in Ramanspektroskopie und Ellipsometrie verwendeten Proben. In Brookhaven, USA, wurden mittels XAS, XMCD sowie RSXS Manganate und Cuprate untersucht [23, 26], in Hamburg wurden an der „Superlumi“ Beamline des HASYLAB HXRD und VUV-Spektroskopie an Manganaten durchgeführt [24]. Die Ellipsometrie als unverzichtbare Technik zur Untersuchung optischer und magnetischer Eigenschaften wurde erfolgreich weiterentwickelt [10, 18].

Optische Untersuchen an biologischen Materialien als Vorarbeiten für die Nutzung des VUV-Ramanspektrometers zur Untersuchung biologischer Materialien wurden ebenfalls durchgeführt [3, 15, 19, 25].
Untersuchungen an multiferroischen Materialien unter Zusammenarbeit mit der Universität von Urbana-Champaign in Urbana, Illinois, USA, zeigen Eigenschaften an dem System ,welche einzelnen Techniken bisher entgangen waren. Hier zeigt sich die Notwendigkeit der Ausnutzung komplementärer Messtechniken [14].
Seit Ende 2006 wurde das UT-3 Ramanspektrometer kontinuierlich ausgebaut, so daß wir nun in der Lage sind, zeitaufgelöste Pump-Probe Ramanspektroskopie durchzuführen. Mittels dieser Technik kann mit einem ersten Photon die elektronische Struktur der untersuchten Probe gezielt verändert werden. Diese Änderungen werden mit dem zweiten Photon detektiert. Durch den veränderlichen zeitlichen Abstand der Photonen können also zeitaufgelöste Ramanspektren aufgenommen werden. Aktuell erlaubt der Aufbau eine Zeitauflösung im Pikosekundenbereich, womit bei den verwendeten Energieauflösungen das Heisenberg - Limit errreicht wird. Ein Beispiel einer solchen Studie ist die Untersuchung des Aufschmelzprozesses des ladungsgeordneten Zustandes in Manganiten. Hier wird eine Anregungsenergie im UV (und damit in Resonanz mit dem Ladungstransferübergang zwischen Sauerstoff und Mangan) genutzt, um lokal die Ladungsordnung aufzuschmelzen. Die Untersuchungsenergie (in Resonanz mit dem orbitalen Exciton) detektiert zeitaufgelöst die Veränderungen im Ramanspektrum. Mit dieser experimentellen Anordnung werden speziell die Dynamiken der Gitterverzerrung während des Aufschmelzvorganges und das spätere Ausfrieren des ladungsgeordneten Zustandes untersucht.
Ein weiteres faszinierendes Anwendungsbeispiel dieser experimentellen Technik ist die Untersuchung der zeitlichen Entwicklung der supraleitenden Energielücke in Hochtemperatursupraleitern, gemessen mit einer zeitlichen Auflösung unterhalb einer Pikosekunde. Die Ergebnisse dieser Studie werden in Abbildung 4 dargestellt. Die Resultate zeigen deutlich, dass es zwei verschiedene Antworten in der Zeitdomäne gibt, dieses lässt vermuten, das zwei unterschiedliche Komponenten den Ordnungsparameter der Supraleitung beeinflussen.

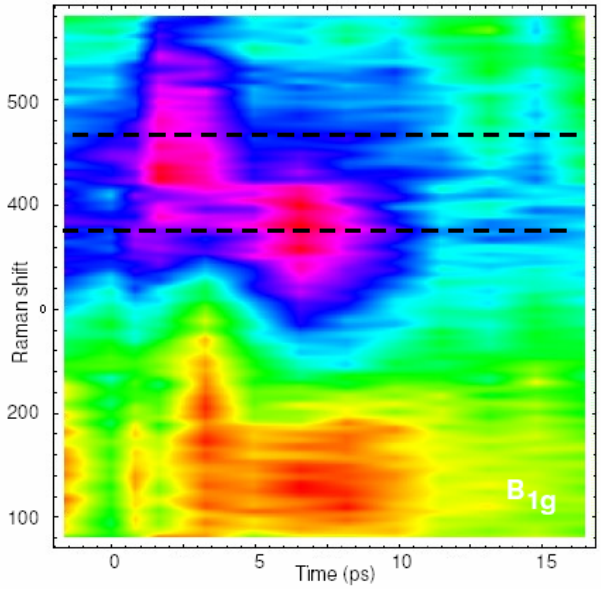


Abbildung 4:
Zeitaufgelöste Ramanspektren des Ordnungsparameters des Supraleiters Bi-2212 bei einer Probentemperatur von 10K. Untersucht wurde der Paarbrechungspeak im Ramanspektrum in der B_{1g} (d-Wellen) Symmetrie. Dargestellt ist der Ramanshift gegen die Zeitverschiebung zwischen Anregungsstrahl (3,44 eV) und Untersuchungsstrahl (1,72 eV).Die durch den Anregungsstrahl verursachte Intensitätsveränderung ist farbcodiert .
Die Energieskala des Paarbrechungspeaks zeigt eine Unterdrückung des Ordnungsparameters der Supraleitung, welche mit einer Erhöhung des spektralen Gewichtes der Einteilchen Zustände in der Energielücke einhergeht.
Zu erkennen ist eine erste schnelle Antwort bei einer Energie zwischen 420 cm^{-1} und 500 cm^{-1} mit einer Reaktionszeit von unter einer Pikosekunde, gefolgt von einer deutlich langsameren Antwort im Energiebereich zwischen 320 cm^{-1} and 400 cm^{-1}.Diese Antwort hat eine Anstiegszeit von etwa 7 Pikosekunden.

Chronologie

Februar 2003	Bewilligung der Anschubfinanzierung von 20.000 € (Universität Hamburg) bzw. 15.000 € (HASYLAB/DESY) für das Helmholtz-Forschungszentrum "Nanostrukturforschung an funktionalen Materialien mit kurzen Kohärenzlängen am TTF-VUV-FEL".
April 2003	Der Hauptantrag für das Helmholtz-Forschungszentrum wird eingereicht.
Juli 2003	Der BMBF-Antrag "Raman-Streuung im VUV an der TESLA Test Facility" für das VUV-Raman-Spektrometer wird eingereicht.
September 2003	Der Antrag für das Helmholtz-Forschungszentrum wird von den Gutachtern positiv bewertet.
Januar 2004	Eingang des offiziellen Zuwendungsbescheids für das Helmholtz-Forschungszentrum.
	Der BMBF-Antrag für das VUV-Raman-Spektrometer wird von den Gutachtern positiv aufgenommen. Voraussetzung für eine endgültige Bewillligung ist aber ein Technical Design Report.
Januar 2004 – Juni 2004	Erstellung eines Technical Design Report für das VUV-Raman-Spektrometer.
April 2004	Technical Design Review Workshop "High-Resolution Double Monochromator at the VUV-FEL of the TESLA Test Facility 2".
Juni 2004	Das BMBF bewilligt Mittel in Höhe von 2,95 Millionen Euro für das VUV-Raman-Spektrometer.
September 2004 – November 2004	Internationale Ausschreibung des VUV-Raman-Spektrometers: Aufruf zur Interessensbekundung
November 2004	Michael Rübhausen wird nach Bleibeverhandlungen zur Abwehr eines Rufes an die Iowa State University und das Ames National Laboratory (USA) zum C4-Professor der Universität Hamburg ernannt.
	Einrichtung von Internetseiten für das Helmholtz-Forschungszentrum: http://www.physnet.uni-hamburg.de/institute/IAP/Group_N/e/hrc/index.html.
Dezember 2004	Beginn der Evaluation der eingegangenen Interessensbekundungen zum VUV-Raman-Spektrometer.
Januar 2005 – März 2005	Begutachtungsreisen nach Boston, Madison (nahe Chicago), Denver, Jena, Berlin
April 2005 – August 2005	Evaluation der Interessensbekundungen und Begutachtungsreisen

Oktober 2005 – Dezember 2005	Verhandlungsphase, der Preis des Gesamtgerätes wird reduziert, der Umfang des Angebotes aber erweitert
15.12.2005	Auftragsvergabe
Februar 2006	1. Design Review Meeting in Jena
April 2006	2. Design Review Meeting in Berlin
Juli 2006	3. Design Review Meetin in Berlin
Oktober 2006	Final Design Review Meeting in Hamburg
Februar 2007	Meeting in der FLASH Halle zur Besprechung der Installation
März 2007	Meeting zum Produktionsfortschritt in Berlin
März / April 2007	Installations der Unterbaukonstruktion in der FLASH Halle am DESY
Dezember 2007	Überprüfung der Spezifikationen von einigen Gerätekomponenten in Jena und Berlin, außerdem Planungen für die Auslieferung
Januar 2008	Auslieferung der Gerätekomponenten zum FLASH und zum Institut für angewandte Physik zur weiteren Überprüfung und Inbetriebnahme

3. Qualifikation des wissenschaftlichen Nachwuchses:

Mitarbeiter des Projekts "VUV-Raman-Spektrometer"

Dr. Benjamin Schulz Postdoktorand	Optisches und mechanisches Design des Spektrometers, UV-Spektroskopie an korrelierten Elektronensystemen mit dem UT-3
Dipl.-Min. Sonja Müller Doktorandin	Untersuchungen an Hochtemperatursupraleitern
Dipl.-Phys. Marta Bastjan Doktorandin	Untersuchungen an Heusler-Legierungen und Manganiten
Dipl.-Phys. Ilka Mahns Doktorandin	Entwicklung einer Druckzelle für die inelastische Lichtstreuung
Dr. Andrivo Rusydi Postdoktorand	Design des Spektrometers, Betrieb von Experimenten an Synchrotronstrahlungsquellen in Hamburg, Vancouver und Brookhaven, Aufbau der Infrastruktur am HASYLAB zum Betrieb des neuen Spektrometers

Mitglieder der Forschungsgruppe Prof. Rübhausen (Stand Dezember 2007)

Mitglied	Status	Forschungsschwerpunkt	Finanziert durch	Start
Prof. Dr. M. Rübhausen	PI	Condensed/Biophysics	C4	July 2004 (April2000)
Dr. Benjamin Schulz	Postdoc	Condensed/Biophysics	BMBF	Mai 2001
Dr. A. Rusydi	Postdoc	Cuprates	BMBF	March 2005
Dipl. Phys. G. Neuber	PhD Student	Permalloy, Fe, Heusler	SFB 508	May 2002
Dipl. Phys. M. Bastjan	PhD Student	Magneto-Optics	BMBF	August 2004
Dipl. Phys. S. Singer	PhD Student	Manganites	GRK 1284	September 2005
Dipl. Phys. I. Mahns	PhD Student	Multiferroics	DFG	June 2005
Dipl. Phys. S. Binder	PhD Student	Structural Biochemistry		Oktober 2006
Dipl. Phys. Arne Goos	PhD Student	Time Resolved Raman	BMBF	Dezember 2007
Pelangi Saichu	Diploma	Time Resolved Raman		November 2006
Patrick May	Diploma	Time Resolved Raman		November 2007
Andreas Eich	Diploma	Resonance Raman		November 2007

Abgeschlossene Diplom – und Doktorarbeiten im Zeitraum 2004 – 2007

Person	Abschluss	Thema	Jahr
Dr. Joerg Kunze	Ph.D.	Ellipsometry on Manganites	2004
Dr. Benjamin Schulz	Ph.D.	Resonance Raman on bio-organic materials	2004
Dr. Ralf Rauer	Ph.D.	Magneto-Optics on Manganites	2005
Dr. Stefan Naler	Ph.D.	Resonance Raman on Manganites	2005
Dr. Danny Chan	Ph.D.	Optics on bio-organic tissues	2005
Heike Müller	Diploma	Optics on bio-organic tissues	2005
Ilka Mahns	Diploma	Raman on Multiferroics	2005
Stefan Singer	Diploma	Bandstructure calculations on Manganites	2006
Sarah Bolik	Diploma	Resonance Raman on Proteins	2006
Stephan Binder	Diploma	Drug Design and Study of Na-Channels	2006
Arne Goos	Diploma	Time Resolved Raman on CO-Materials	2007
Karin Horn	Diploma	Structural determination of spider webs	2007

Arbeitsstellen ehemaliger Absolventen der Arbeitsgruppe

Person	Abschluss	Arbeitsstelle	Jahr
Dr. Joakim Bäckström	Postdoc	Forschungsdirektor Permascand (Schweden)	2004
Dr. Joerg Kunze	Ph.D.	Basler AG (Forschung und Entwicklung)	2004
Dr. Dirk Budelmann	PhD	Basler AG (Forschung und Entwicklung)	2004
Dr. Ralf Rauer	Ph.D.	Postdoc Chalmers Universität (Schweden)	2005
Dr. Stefan Naler	Ph.D.	Gymnasiallehrer	2005
Dr. Danny Chan	Ph.D.	Auftragnehmer Zeiss AG (Forschung)	2005
Heike Müller	Diploma	Doktorarbeit MLL Lübeck	2005
Sarah Bolik	Diploma	Entwicklungsabteilung (MUT GmbH)	2006
Dr. Andrivo Rusydi	Postdoc	Assistant Professor in Physik, National University of Singapore	Start 2008

Veranstaltungen des Helmholtz-Forschungszentrums

2. Workshop "Orbital Physics and Novel Phenomena in Transition Metal Oxides", 24. September – 25. September 2003, Hahn-Meitner-Institut, Berlin
Organisatoren: Michael Rübhausen (IAP), Dimitri Argyriou (HMI)

Technical Design Review Workshop "High-Resolution Double Monochromator at the VUV-FEL of the TESLA Test Facility 2", 19. April – 20. April 2004, HASYLAB/DESY, Hamburg
Organisatoren: Katrin Buth (IAP), Michael Rübhausen (IAP), Josef Feldhaus (DESY)
Eingeladene Sprecher: Peter Abbamonte (Brookhaven National Laboratory, Upton, USA), Joseph Nordgren (Uppsala University, Sweden), Jan-Erik Rubensson (Uppsala University, Sweden), Ruben Reininger (SAS – Scientific Answers & Solutions, Madison, WI, USA)

3. Workshop "Orbital Physics and Novel Phenomena in Transition Metal Oxides", 06. Oktober – 07. Oktober 2004, Hahn-Meitner-Institut, Berlin
Organisatoren: Michael Rübhausen (IAP), Dimitri Argyriou (HMI)

4. Workshop "Orbital Physics and Novel Phenomena in Transition Metal Oxides", 05. Oktober – 06. Oktober 2005, Institut für angewandte Physik, Hamburg
Organisatoren: Michael Rübhausen (IAP), Dimitri Argyriou (HMI)

5. Workshop "Orbital Physics and Novel Phenomena in Transition Metal Oxides", 11. Oktober – 12. Oktober 2006, Hahn-Meitner-Institut, Berlin
Organisatoren: Michael Rübhausen (IAP), Dimitri Argyriou (HMI)

Gäste

Die wissenschaftlichen Arbeiten und der Aufbau des Spektrometers werden durch auswärtige Wissenschaftler unterstützt, die zu Forschungsaufenthalten oder Gastvorträgen an das Institut für Angewandte Physik kommen.

2003

Miles V. Klein	University of Illinois at Urbana Champaign
Seokhyun Yoon	National Renewable Energy Laboratory, Colorado, 2 Besuche
John F. Mitchell	Argonne National Laboratory
Kee-Hoon Kim	Los Alamos National Laboratory

2004

Ruben Reininger	SAS – Scientific Answers & Solutions, Madison, WI, USA mehrere Besuche
Lars Börjesson	Chalmers University of Technology, Göteborg, Schweden
Miles V. Klein	University of Illinois at Urbana Champaign, USA
Miroslav Abrashev	Universität Sofia, Bulgarien

Andrivo Rusydi	Brookhaven National Laboratory, Upton, NY, USA
Jacob Andreasson	Chalmers University of Technology, Göteborg, Schweden
Joakim Holmlund	Chalmers University of Technology, Göteborg, Schweden

2005

Jacob Andreasson	Chalmers University of Technology, Göteborg, Schweden
Miles V. Klein	University of Illinois at Urbana Champaign, USA
Ruben Reininger	SAS – Scientific Answers & Solutions, Madison, WI, USA

2006

Jacob Andreasson	Chalmers University of Technology, Göteborg, Schweden
Ruben Reininger	SAS – Scientific Answers & Solutions, Madison, WI, USA

4. Publikationen

Konferenzbeiträge

2. Workshop "Orbital Physics and Novel Phenomena in Transition Metal Oxides", 24. September – 25. September 2003, Hahn-Meitner-Institut, Berlin

Rilana Krüger
"Orbital ordering in $LaMnO_3$ investigated by resonance Raman spectroscopy"
Eingeladener Vortrag

Ralf Rauer
"Magneto-optical response of $La_{0.7}Ca_{0.3}MnO_3$"
Vortrag

Jörg Kunze
"Optical study on thermal development of ordering in $La_{2-2x}Sr_{1+2x}Mn_2O_7$, $0.32 < x < 0.54$"
Poster

3. Deutscher Workshop "Ellipsometrie", 23. Februar - 25. Februar 2004, Stuttgart

Michael Rübhausen
"Generalisierte magneto-optische Ellipsometrie an ferromagnetischen Schichten"
Eingeladener Vortrag

Technical Design Review Workshop "High-Resolution Double Monochromator at the VUV-FEL of the TESLA Test Facility 2",
19. April – 20. April 2004, HASYLAB/DESY, Hamburg

Michael Rübhausen
"Strongly Correlated Materials and Resonant Raman Scattering"
Vortrag

Michael Rübhausen
"Detection Systems: Spectral and Time Resolution"
Vortrag

3. Workshop "Orbital Physics and Novel Phenomena in Transition Metal Oxides",
06. Oktober – 07. Oktober 2004, Hahn-Meitner-Institut, Berlin

Gerd Neuber
"Electronic Properties of thin Ni_2MnIn Heusler films"
Poster

Rilana Krüger
"Temperature-dependent resonance Raman-scattering study at the heavy fermion compound URu_2Si_2"
Poster

Ralf Rauer
"Magneto-optical investigation of $La_{1-x}Sr_xCoO_3$ (x = 0.15, 0.2)"
Vortrag

4. Workshop "Orbital Physics and Novel Phenomena in Transition Metal Oxides",
05. Oktober – 06. Oktober 2005, Institut für angewandte Physik, Hamburg

Ilka Mahns
"Collective Modes and electronic response in $TbMnO_3$"
Vortrag

Ralf Rauer
"Magnetic-Order Induced Spectral-Weight Redistribution in $La_{0.7}(Sr,Ca)_{0.3}MnO_3$"
Eingeladener Vortrag

5. Workshop "Orbital Physics and Novel Phenomena in Transition Metal Oxides",
11. Oktober – 12. Oktober 2006, Hahn-Meitner-Institut, Berlin

Andrivo Rusydi
“Experimental Evidence of Paired Hole States in Model HTC Compounds”
Eingeladener Vortrag

M. Rübhausen
„Optical Sum Rules in Manganites”
Vortrag

S. Singer
“Electronic Structure and Angel Resolved Spectral Ellipsometry of Manganites“
Poster

S. Müller
“The 2Δ gap peak in high-Tc superconductors: A resonant raman study”
Poster

I. Mahns
“Temperature studies of multiferroic $TbMnO_3$ with resonant Raman scattering“
Poster

M. Bastjan
“Magneto-optical investigation on $TbMnO_3$”
Poster

APS March Meeting 2004,
22. März – 26. März 2004, Montreal, Kanada

D. Budelmann, J. Bäckström, R. Rauer, M. Rübhausen, H. Rodriguez, and H. Adrian
"$YBa_2Cu_3O_7/PrBa_2Ga_{0.1}Cu_{2.9}O_7$ superlattices studied by spectroscopic ellipsometry"
Vortrag

J. Kunze, S. Naler, R. Rauer, J. Bäckström, M. Rübhausen, and J. F. Mitchell
"Optical study on thermal development of ordering in $La_{2-2x}Sr_{1+2x}Mn_2O_7$"
Vortrag

B. Schulz, D. Chan, J. Bäckström, and M. Rübhausen
"Keratin-based materials: A deep-UV inelastic light scattering study"
Vortrag

D. Chan, B. Schulz, and M. Rübhausen
"In-vivo spectroscopic ellipsometry measurements on human skin"
Vortrag

R. Rauer, G. Neuber, J. Kunze, J. Bäckström, M. Rübhausen, T. Walter, and K. Dörr
"Magnetic phase transition of $La_{0.7}Ca_{0.3}MnO_3$ and $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$ - spin polarization studied by spectral generalized magneto-optical ellipsometry"
Vortrag

S. Naler, J. Bäckström, M. Rübhausen, Jakob Andreasson, J. Holmlund, L. Börjesson and B. Dabrowski
"Temperature dependent inelastic light scattering of doped $Sr_{1-x}Ca_xMnO_3$"
Vortrag

M. Rübhausen, D. Budelmann, B. Schulz, M. V. Klein, P. Guptasarma, D. Bonn, R. Liang, and W. Hardy
"Resonance phonon Raman scattering in high T_c superconductors"
Vortrag

J. Bäckström, D. Budelmann, R. Rauer, M. Rübhausen, H. Rodriguez and H. Adrian
"High energy correlations and metallicity in $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ and $PrBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ films"
Vortrag

S. Yoon, M. Rübhausen, B. Schulz, and J. F. Geisz
"Nitrogen induced evolution of host electronic states in GaPN: Resonant Raman scattering study"
Vortrag

J. Andreasson, J. Holmlund, L. Börjesson, M. Käll, S. Naler, J. Bäckström, M. Rübhausen, A. K. Azad, and S.-G. Eriksson
"Inelastic light-scattering study of four double-perovskites"
Vortrag

M. Klein, M. Rübhausen, D. Budelmann, B. Schulz, P. Guptasarma, D. Bonn, R. Liang, and W. Hardy
"Probing the gap feature in high T_c superconductors using resonance electronic Raman scattering"

APS March Meeting 2005,
21. März – 25. März 2005, Los Angeles, USA

Rilana Maeser
"Orbital excitations in $LaMnO_3$"
Eingeladener Vortrag

M. Rübhausen, S. Müller, R. Maeser, B. Schulz, I. Mahns, D. Budelmann, M.V. Klein, D. Bonn, W. Hardy, and R. Liang
"Resonance properties in optimally and overdoped Y-123 - investigation of phonons and the electronic background"
Vortrag

J. Andreasson, J. Holmlund, Mikael Käll, Lars Börjesson, Stefan Naler, Joakim Bäckström, Michael Rübhausen, Abul K. Azad and Sten Eriksson
"Resonant Higher Order Scattering in Double Perovskites"
Vortrag

Ralf Rauer, Michael Rübhausen, and J. F. Mitchell
"Magneto-Optical Investigation of $La_{1-x}Sr_xCoO_3$, (x = 0.15, 0.2)"
Vortrag

APS March Meeting 2006,
13. März – 17. März 2006, Baltimore, USA

Andrivo Rusydi, P. Abbamonte, H. Eisaki, Y. Fujimaki, S. Uchida, G. Blumberg, M. Rübhausen, and G.A. Sawatzky
"Quantum melting of the hole crystal in the spin ladder of $Sr_{14-x}Ca_xCu_{24}O_{41}$"
Vortrag

Benjamin Schulz, D. Chan, M. Rübhausen, S. Wessel, R.Wepf
"Structural investigations of human hairs by spectrally resolved ellipsometry"
Vortrag

lka Mahns, M. Bastjan, R. Rauer , G. Neuber, B. Schulz, S. Mueller, A. Rusydi, M. Rübhausen, D. N. Argyriou, M. Kim, H. Barath, and S. L. Cooper
"Temperature depending studies of multiferroic $TbMnO_3$ by spectral ellipsometry and Raman scattering"
Vortrag

Harini Barath, Minjung Kim, S.L. Cooper, I. Mahns, M. Rübhausen, and D.N. Argyriou
"Investigation of coupling between antiferromagnetic and ferroelectric orders in $TbMnO_3$ using magnetic field dependent Raman scattering"
Vortrag

Minjung Kim, Harini Barath, S.L. Cooper, M. Rübhausen, and S. W. Cheong
"Investigation of coupling between antiferromagnetic and ferroelectric orders in $TbMnO_3$ using magnetic field dependent Raman scattering"
Vortrag

S. Müller, M. Rübhausen, R. Rauer, A. Rusydi, M. Bastjan, G. Neuber,
S. Dastjani-Faharani, B. Schulz, S. Singer, A. Lichtenstein, D. Argyriou, and K. Dörr
"Dielectric properties of $TbMnO_3$ and $La_{0.7}(Sr,Ca)_{0.3}MnO_3$-- evidence for spectral weight changes up to 20 eV"
Vortrag

Gerd Neuber, Jan Scholtyssek, Marta Bastjan, Ralf Rauer, Ulrich Merkt, Michael Rübhausen, and Guido Meier
"Magneto-Optical Ellipsometry on Ni_2MnIn and NiMnIn Heusler Alloys"
Vortrag

Veröffentlichungen (chronologisch)

[1] D. Budelmann, J. Holmlund, J. Andreasson, H. Rodriguez, J. Bäckström, L. Börjesson, H. Adrian, U. Merkt, and M. Rübhausen, "The antiferromagnetic and superconducting proximity effects in YBa2Cu3O7-delta/YBa2Cu3O7-delta superlattices", Phys. Rev. B **67**, R140507 (2003)

[2] J. Kunze, S. Naler, J. Bäckström, M. Rübhausen, J.F. Mitchell, "Optical Study of competition between Ordering and Metallicity in La2-2xSr1+2xMn2O7", Phys. Rev. B **67**, 134417 (2003)

[3] B. Schulz, D. Chan, J. Bäckström, and M. Rübhausen, "Spectroscopic Ellipsometry on Biological Materials - Investigation of Hydration Dynamics and Structural Properties", Thin Solid Films **455-456**, 731–734, 3rd Conference on Spectroscopic Ellipsometry (ICSE-3), Wien, Österreich, 2003. (published 2004)

[4] G. Neuber, R. Rauer, J. Kunze, J. Bäckström, and M. Rübhausen, "Generalized Magneto-Optical Ellipsometry in Ferromagnetic Metals", Thin Solid Films **455-456**, 39–42, 3rd Conference on Spectroscopic Ellipsometry (ICSE-3), Wien, Österreich, 2003. (published 2004)

[5] R. Krüger, B. Schulz, S. Naler, R. Rauer, D. Budelmann, J. Bäckström, K. H. Kim, S.-W. Cheong, V. Perebeinos, and M. Rübhausen, "Orbital ordering in LaMnO3 investigated by resonance Raman spectroscopy", Phys. Rev. Lett. **92**, 097203–1 – 097203–4 (2004)

[6] J. Bäckström, D. Budelmann, R. Rauer, M. Rübhausen, H. Rodriguez and H. Adrian, "Optical properties of YBa2Cu3O7-delta and PrBa2Cu3O7-delta films: High energy correlations and metallicity", Phys. Rev. B **70**, 174502 (2004)

[7] D. Budelmann, B. Schulz, M. Rübhausen, M. V. Klein, M. S. Williamsen and P. Guptasarma, "Gaplike excitations in the superconducting state of Bi2Sr2CaCu2O8 studied by resonant Raman scattering", Phys. Rev. Lett. **95**, 057003–1–057003–4 (2005)

[8] B. Schulz, J. Bäckström, D. Budelmann, R. Maeser, M. Rübhausen, M. V. Klein, E. Schoeffel, A. Mihill, and S. Yoon, "Fully reflective deep ultraviolet to near infrared spectrometer and entrance optics for resonance Raman spectroscopy", Rev. Sci. Instr. **76**, 073107-1-073107-12 (2005)

[9] S. Yoon, J. F. Geisz, S.-H. Han, A. Mascarenhas, M. Rübhausen, and B. Schulz, "Resonant Raman scattering spectroscopy studies of GaP1-xNx and GaAs1-xNx in the ultra-violet energy range", Phys. Rev. B **71**, 155208–1–155208–5 (2005)

[10] R. Rauer, G. Neuber, J. Kunze, J. Bäckström, and M. Rübhausen, "Temperature-dependent spectral generalized magneto-optical ellipsometry for ferromagnetic compounds", Rev. Sci. Instr. **76**, 023910-1-023910-13 (2005)

[11] R. Rauer, G. Neuber, J. Kunze, J. Bäckström, M. Rübhausen, T. Walter and K. Dörr , "Magneto-optical investigation of spin polarisation of La0.7Ca0.3MnO3 and La0.7Sr0.3MnO3", J. Magn. Magn. Mat. **290-291**, 948-951 (2005)

[12] S. von Oehsen, J. Scholtyssek, C. Pels, G. Neuber, R. Rauer, M. Rübhausen, and G. Meier, "Electronic properties of Thin Ni2MnIn Heusler Films", J. Magn. Magn. Mat. **290-291**, 1371-1374 (2005)

[13] S. Bahrs, S. Müller, M. Rübhausen, B. Schulz, A.R.Goni, G. Nieva, and C. Thomsen, "Anisotropic UV-Raman resonance in underdoped YBa2Cu3O6.7", Phys. Rev. B. **74**, 024519 (2006)

[14] M. Bastjan, I. Mahns, R. Rauer, G. Neuber, B. Schulz, S. Müller, A. Rusydi, N. Aliouane, D. N. Argyriou, M. Kim, H. Barath, S. L. Cooper, and M. Rübhausen, "Role of the orbital-lattice interaction in multiferroic TbMnO3 probed by spectral ellipsometry and Raman scattering", submitted (2007)

[15] D. Chan, B. Schulz, M. Rübhausen, S. Wessel, and R. Wepf, "Structural investigations of human hairs by spectrally resolved ellipsometry", J. Biomed. Opt. Vol. **11**, 014029 -1 - 014029-6 (2006)

[16] M. Rübhausen, M. V. Klein, D. Budelmann, B. Schulz, P. Guptasarma, M. S. Williamsen, R. Liang, D. A. Bonn, and W. N. Hardy, "Resonance Raman study of the phonon spectra in superconducting Bi-2212 and Y- 123", Journal of Physics and Chemistry of Solids **67**, 312–315 (2006)

[17] M. V. Klein, M. Rübhausen, D. Budelmann, B. Schulz, P. Guptasarma, M. S. Williamsen, R. Liang, D. A. Bonn, and W. N. Hardy,, "Resonance Raman study of 2?-gap like features in superconducting BI-2212 and YBCO,", Journal of Physics and Chemistry of Solids **67**, 298–301 (2006)

[18] R. Rauer, M. Rübhausen, and K. Dörr, "Magnetic-order induced spectral-weight redistribution in La0.7(Sr,Ca)0.3MnO3", Phys. Rev. B **73**, 092402-1-092402-4 (2006)

[19] Sarah Bolik, Michael Rübhausen, Stephan Binder, Benjamin Schulz, Markus Perbandt, V. Erdmann, Nicolay Genov, Sven Klussmann, and Christian Betzel, "First experimental evidence for the preferential stabilization of the RNA D –configuration", accepted for publication in RNA (2007)

[20] B. Mihailova, M. Bastjan, B. Schulz, M. Rübhausen, M. Gospodinov, T. Malcherek, R. Stosch, B. Güttler, and U. Bismayer, "Resonance Raman scattering of relaxor PbSc0.5Ta0.5O3 and PbSc0.5Nb0.5O3 ", Appl. Phys. Lett. **90**, 042907-1 - 042907-3 (2007)

[21] Jakob Andreasson, Joakim Holmlund, Christopher S. Knee, Mikael Käll, Lars Börjesson, Stefan Naler, Joakim Bäckström, Michael Rübhausen, Abul Kalam Azad, Sten-G. Eriksson, "Higher Order Lattice Excitations in the LaFe1-xCrxO3, x = 0.1; 0.5; 0.9 Perovskites due to Fe-Cr Charge Transfer Effects", Phys. Rev. B **75**, 104302 (2007)

[22] A. Rusydi, P. Abbamonte, H. Eisaki, Y. Fujimaki, S. Smadici, N. Motoyama, S. Uchida, Y.-J. Kim, M. Rübhausen, and G. A. Sawatzky , "Strain amplification of the 4kF chain charge instability in Sr14Cu24O41", accepted for publication in Phys. Rev. Lett. (2007)

[23] A. Rusydi, B. Schulz, R. Rauer, I. Mahns, P. Abbamonte, H. Eisaki, Y. Fujimaki, S. Uchida, and M. Rübhausen, "Study of a novel order parameter in a cuprate by directly investigating the nature of the paired hole states", submitted (2007)

[24] A. Rusydi, R. Rauer, G. Neuber, M. Bastjan, I. Mahns, S. Müller, P. Saichu, B. Schulz,1 G. Stryganyuk, K. Dörr, G. A. Sawatzky, S.L. Cooper, and M. R ubhausen, "Metal to insulator transition in manganites - optical conductivity changes up to 24 eV", submitted (2007)
[25] Danny Chan, Benjamin Schulz, Kathrin Gloystein, Heike Hedwig Müller, and Michael Rübhausen, "In vivo spectroscopic ellipsometry measurements on human skin", J. Biomed. Opt. Vol. **12**(1), 014023-1 - 014023-6 (2007)
[26] A. Rusydi, P. Abbamonte, M. Berciu, S. Smadici, H. Eisaki, Y. Fujimaki, S. Uchida, M. Rübhausen, and G. A. Sawatzky, "Experimental evidence of paired hole states in model high-Tc compounds", Phys. Rev. B **75**, 104510 (2007)
[27] A. Rusydi, S. Park, Y.J. Choi, S. Smadici, P. Abbamonte, G. A. Sawatzky, M. Rübhausen, M. v. Zimmermann, C. L. Zhang, S-W. Cheong, "Preliminary electronic multiferroic in the frustrated spin (S)-1/2 quantum material LiCu2O2", accepted for publication in Appl. Phys. Lett. (2007)
[28] M. Kim, H. Barath, S.L. Cooper, P. Abbamonte, E. Fradkin, M. Rübhausen, C. L. Zhang, and S-W. Cheong, Raman scattering studies of temperature- and Field-induced melting of charge order in (La,Pr,Ca)MnO3, submitted (2007).
[29] A. Rusydi, S. Smadici, J. C. Lee, S. Wang, P. Abbamonte, M. Enoki, M. Fujita, M. Rübhausen, K. Yamada, „Unidirectional charge order near room temperature in Zn-doped La2-xSrxCuO4“, submitted (2007).
[30] J. Andreasson, J. Holmlund, R. Rauer, M. Käll, L. Börjesson, C. S. Knee, B. Schulz, M. Rübhausen, S-G. Eriksson, „Electron-lattice interactions in the Perovskite LaFe1-xCrxO3 studied by resonance Raman scattering between 1.8 to 4.2 eV“, submitted (2007).

5. Öffentlichkeitsarbeit:

Auf der Internetseite http://www.physnet.uni-hamburg.de/institute/IAP/Group_N/e/hrc/index.html sind alle Informationen zum Projektverlauf einsehbar, Teile dieses Abschlußberichtes werden dort zeitnah online gestellt.

Abschlußberichtsteil für das Helmholtz-Forschungszentrum VH-FZ-007 des Projektpartners DESY

Vorhabenskennzeichnung	
Impulsfonds-Projektnummer:	VH-FZ-007
Projekttitel:	Nanostrukturforschung an funktionalen Materialien mit kurzen Kohärenzlängen am TTF-VUV-FEL
Federführende/r Wissenschaftler/in	**Dr. E. Plönjes, Dr. Josef Feldhaus und Prof. Dr. Jochen Schneider** HASYLAB/DESY
Federführendes Helmholtz-Zentrum:	DESY
Weitere beteiligte Helmholtz-Zentren:	-
Beteiligte Universitäten und andere Partner:	**Prof. Dr. Michael Rübhausen und Prof. Dr. Ulrich Merkt** Institut für Angewandte Physik und Zentrum für Mikrostrukturforschung, Universität Hamburg
Berichtszeitraum (Förderungszeitraum)	Januar 2003 – März 2007

Arbeits- und Ergebnisbericht

Während der Laufzeit des Helmholtz-Forschungszentrums realisierte die DESY-Photonendiagnostik-Gruppe den Ausbau einer Experimentierhalle für den vakuum-ultraviolett Freie-Elektronen-Laser FLASH (**F**reie-Elektronen-**Las**er in **H**amburg) mit insgesamt fünf Nutzermessplätzen, einer allgemeinen Infrastruktur für die Nutzer und geeigneter Photonendiagnostik, die den vakuum-ultraviolett Freie-Elektronen-Laser (VUV-FEL) für jeden einzelnen Photonenpuls parallel zum Nutzerexperiment charakterisieren kann. Die ausgebaute Experimentierhalle ist in Abbildung 1 gezeigt. Vier Messplätze, die Photonenstrahlrohre und Photonendiagnostik zur Charakterisierung von Intensität, Strahllage und Timing wurden in den Jahren 2004 und 2005 aufgebaut und befinden sich seit Mitte 2005 im laufenden Betrieb. Die vier Messplätze umfassen Beamline BL1 mit einem mittels eines Toroidspiegels erzeugten ~100 µm Fokus, Beamline BL2 mit einem ~25 µm Fokus, der durch einen Ellipsoidspiegel erzeugt wird, die zur Zeit noch unfokussierte Beamline BL3 und die Beamline PG2, deren Messplatz sich hinter einem von der Universität Hamburg, Gruppe Prof. Dr. Wurth entwickelten und aufgebauten hochauflösenden Monochromator befindet. Mitte 2005 konnte mit dem Experimentierbetrieb begonnen werden, in dessen erster Runde bis Frühjahr 2007 zahlreiche Nutzerexperimente erfolgreich durchgeführt wurden (http://hasylab.desy.de/facilities/flash/).

Abb. 1: VUV-FEL Nutzeranlage im August 2005 mit ersten Nutzerexperimenten

Im Jahr 2004 wurde auch die Installation des FLASH Linearbeschleunigers selbst abgeschlossen und mit der Inbetriebnahme begonnen, so dass im Januar 2005 erstes Lasen des VUV-FEL bei 32 nm mit Pulsenergien von 5 µJ und Pulslängen von 20-50 fs erzielt wurde [V. Ayvazyan et al. "First operation of a free-electron laser generating GW power radiation at 32 nm wavelength", Eur.Phys. J. D **37**, 297 – 303 (2006)]. Bis Anfang 2007 konnten die technischen Möglichkeiten des Freie-Elektronen-Lasers weitgehend ausgereizt werden und es wurden folgende Stahlparameter erreicht: ein Wellenlängenbereich in der Fundamentalen von 13-45 nm mit Spitzenintensitäten von 200 µJ und mittleren Intensitäten von 100 µJ, des weiteren konnten höhere Harmonische bis zur 5. Harmonischen bei 2.7 nm nachgewiesen werden. Dies stellt die kürzeste jemals mit einem FEL erzeugte Wellenlänge dar, sowie die höchsten Intensitäten die jemals mit einem Laser in diesem Wellenlängenbereich erzeugt wurden (W. Ackermann et al., Operation of a free-electron laser from the extreme ultraviolet to the water window, Nature Photonics 1, 336 - 342 (2007)). Im Frühjahr und Sommer 2007 wird die nächste Ausbaustufe von FLASH realisiert, die einen Betrieb mit einer Elektronenenergie von 1 GeV, und damit eine kürzeste Wellenlänge von 6.5 nm in der 1. Harmonischen, ermöglichen wird.

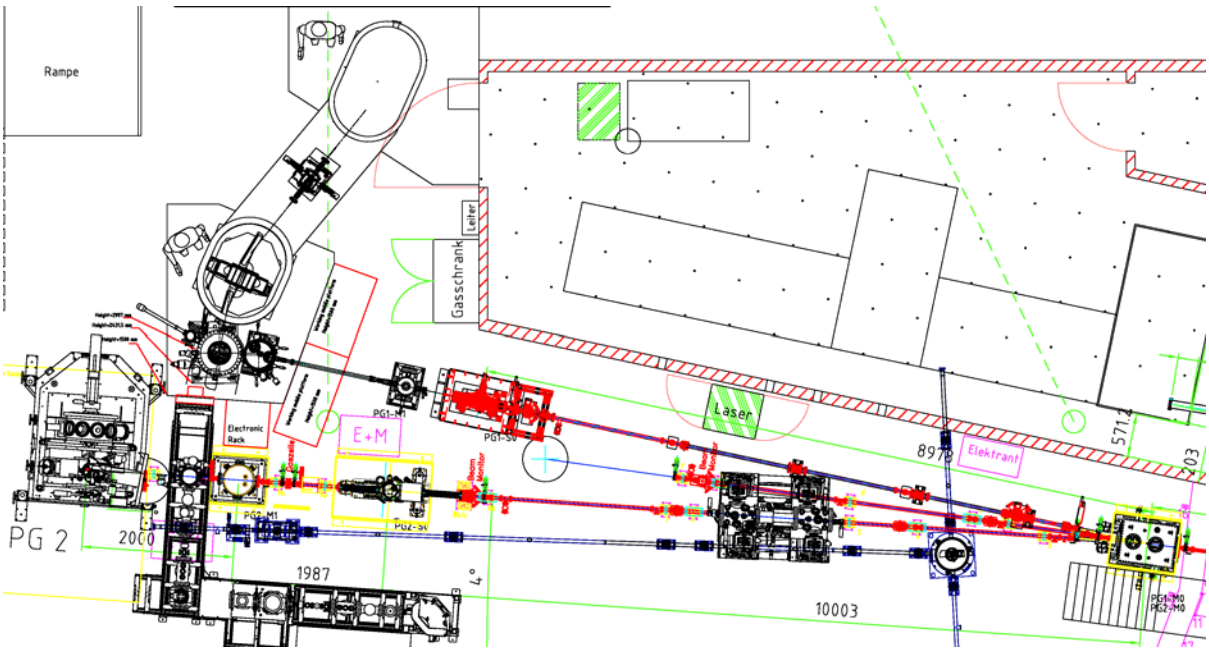


Abb. 2: Autocad-Zeichnung von PG1 und Raman-Spektrometer

Während dieser Umbauarbeiten wird auch der zweite Messplatz PG1 hinter der hochauflösenden Monochromator-Beamline der Universität Hamburg, Gruppe Prof. Dr. Wurth realisiert, der sich im Aufbau befindet und bis Ende 2007 fertig gestellt werden soll. Eine Übersichtszeichnung des Beamline-Designs ist in Abb. 2 zu sehen. Dieser zweite Messplatz wurde dediziert für das VUV-Raman-Spektrometer der Gruppe Prof. Dr. Rübhausen und Prof. Dr. Merkt der Universität Hamburg, dessen Entwicklung wesentlich durch das Helmholtz-Forschungszentrum unterstützt wurde, konzipiert und ausgestattet. Details der Spektrometer-Entwicklung sind im Berichtsteil der Universität Hamburg zu finden. Bei der Realisierung der Beamline PG1 und der Entwicklung des Raman-Spektrometers selbst ist die Integration des Spektrometers in das Gesamtkonzept der VUV-FEL Nutzeranlage von großer Bedeutung, das bei einem solch großen experimentellen Aufbau eine Reihe von Rahmenbedingungen vorgibt. Hierbei spielen zum einem das vorhandene Platzangebot, sowie im besonderen Fragen der Stabilität der Komponenten der Beamline und des Spektrometers eine entscheidende Rolle. Eine Übersichtszeichnung für das Raman-Spektrometer, wenn es in die FEL-Experimentierhalle eingebaut ist, ist in Abb. 3 zu sehen, Abb. 4 zeigt ein Photo des Spektrometerunterbaus aus Beton.

Die HASYLAB Projektingenieure haben im Jahr 2006 bei laufendem Nutzerbetrieb in der Experimentierhalle Vibrationsmessungen durchgeführt, die direkten Einfluss auf das Unterbaukonzept des Spektrometers haben. Ersten Vibrationsmessungen wurden vor mehreren Jahren vor dem Aufbau der Beamlines mit zahlreichen vibrierenden Komponenten und dementsprechend ohne Nutzerbetrieb in der Halle, d.h. ohne erhöhte Belastungen durch Experimentatoren oder externen Experimente, gemacht. In 2006 wurden nun weitere

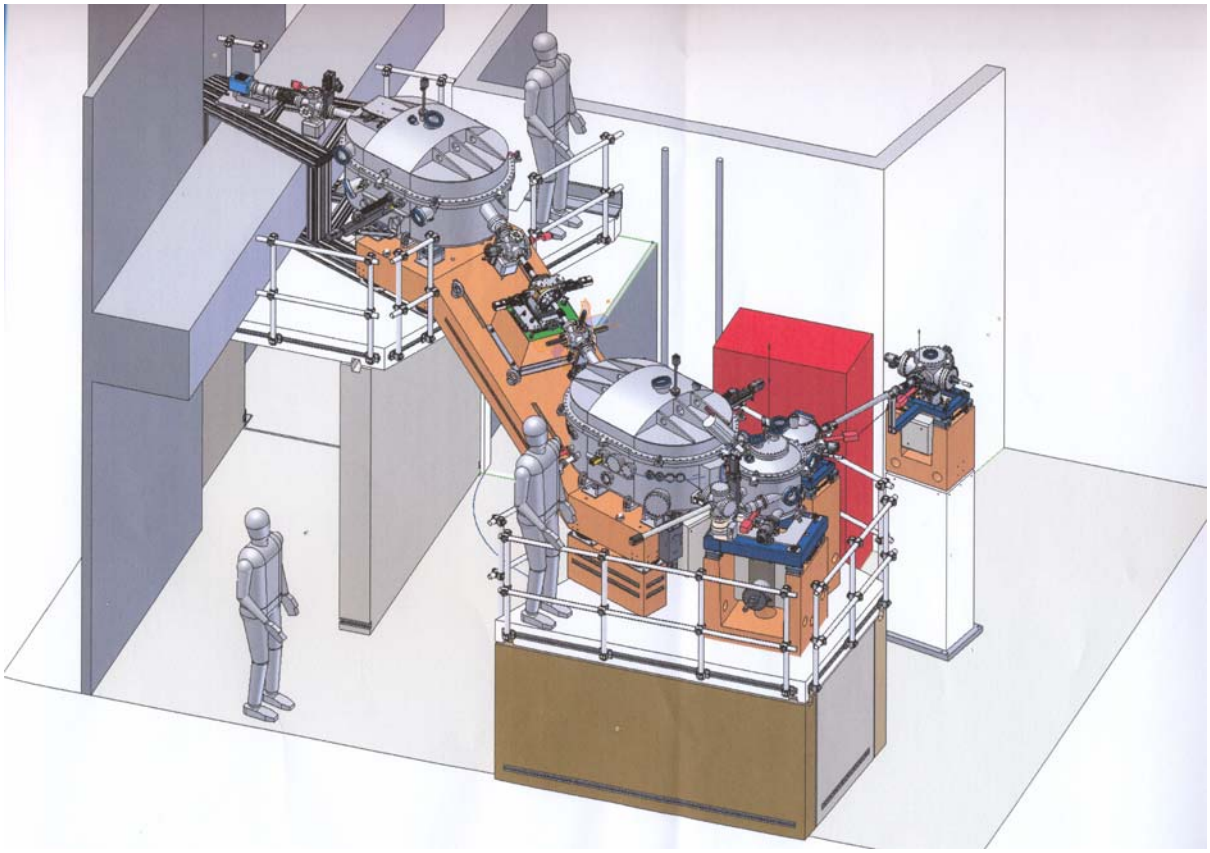


Abb. 3: Schema Raman-Spektrometer in FEL-Halle

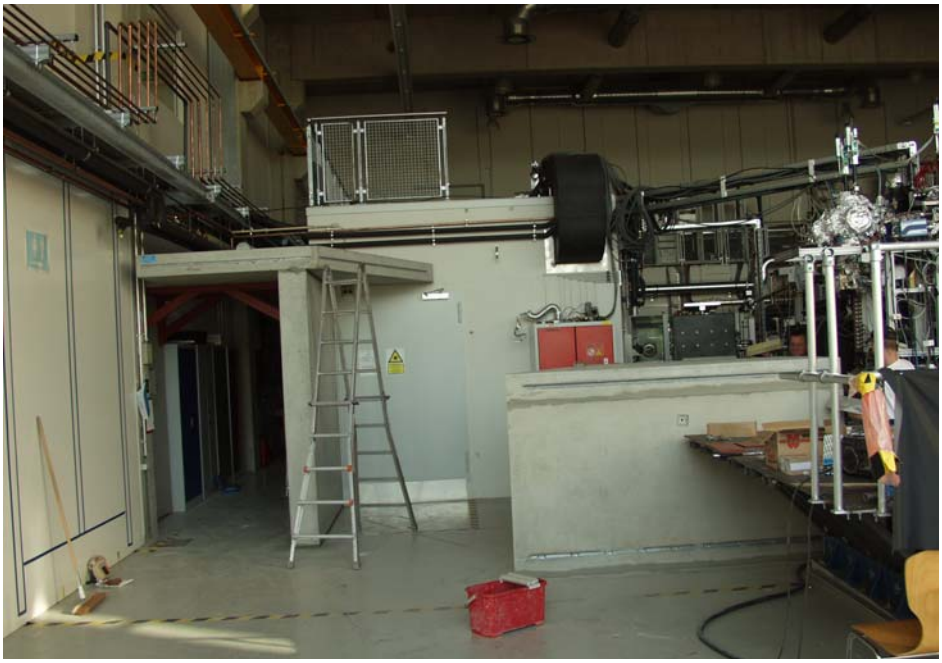


Abb. 4: Photo Spektrometer-Unterbau

Messungen während des Nutzerbetriebes durchgeführt, um den zusätzlichen Einfluss mit aufzunehmen und die Vibrationsspektren miteinander vergleichen zu können. Eine Zusammenstellung der Daten mit einer Übersicht der Messpunkte und Fotos während der Messung ist im Anhang zu finden.

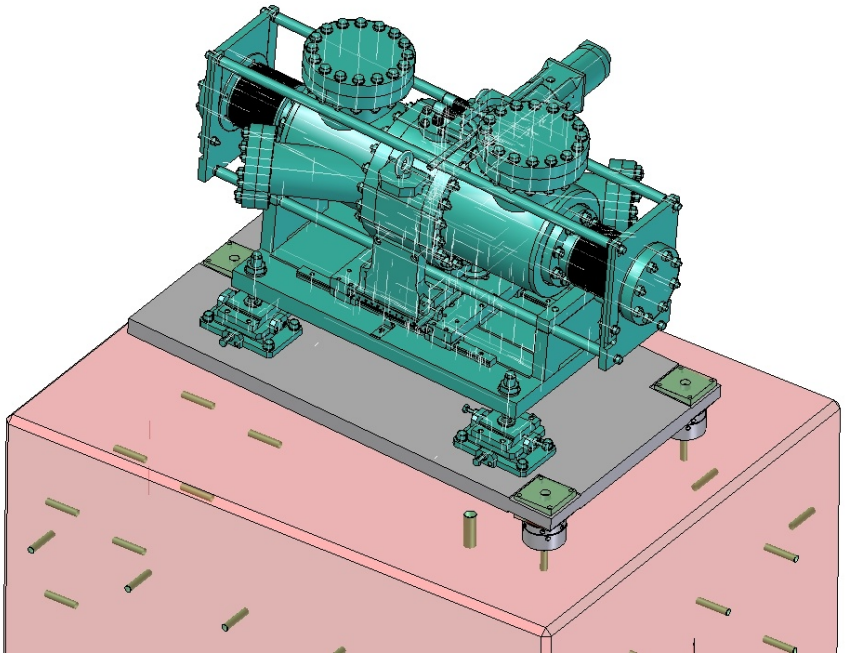


Abb. 5: Austrittsspalteinheit

Um die Performance der Hochauflösender-Monochromator-Beamline zu optimieren und in Zukunft die Designparameter der Beamline insbesondere in der Auflösung, die für das VUV-Raman-Spektrometer von entscheidender Bedeutung ist, zu erreichen, wurden aufbauend auf vorangehende Messzeiten in 2005/2006 zahlreiche Verbesserungen an Beamline-Komponenten in den vorhandenen Beamlines PG0 und PG2 entwickelt, die angepasst an das Messprogramm während des Shutdowns Frühjahr/Sommer 2007 eingebaut werden. Dies beinhaltet einen Austausch der FEL-Strahllage-Monitore an den Beamlines PG0 und PG2 mit einer neuen Konstruktion mit erhöhter Strahlstabilität, sowie ein Neuaufbau konzeptgleicher Monitore in der neuen Beamline PG1. Diese neuen Leuchtschirme sind mit Fadenkreuzen versehen, so dass es nach dem Vermessen der Strahllage-Monitore möglich ist, eine Aussage über die absolute Lage des FEL im Raum zu treffen, so dass der Aufbau und die Justage des Raman-Spektrometers zum FEL mit hoher Genauigkeit erfolgen kann. Die PG1 ist mit zwei Strallage-Monitoren ausgestattet, einer direkt hinter der Schalt-Spiegel-Kammer SMU (switching mirror unit) und einer kurz vor der Austrittsspalteinheit, Abb. 5, ähnlich BM4 an der PG2. Die Fertigstellung der Beamline-Komponenten soll im August/ September 2007 erfolgen. Die Beamline PG1 ist einen Meter kürzer als die PG2, also 9m lang und der Austrittsspalt liegt ca. 2,35m über dem Boden. Details zum Aufbau des Raman-Spektrometers selbst sind im Berichtsteil der Universität Hamburg zu finden.

Im September 2004 wurde in Kooperation mit der Finanzbehörde Hamburg die internationale Ausschreibung des VUV-Raman-Spektrometers im Verhandlungsverfahren begonnen. HASYLAB hat sich als integraler Bestandteil an der 2004 eingesetzten Kommission für die Beschaffung und den Aufbau des VUV-Raman-Spektrometers mit vier Mitarbeitern, Dr. Josef Feldhaus, Dr. Ulrich Hahn, Dr. Elke Plönjes und Dr. Kai Tiedtke beteiligt. Nach einer Evaluierung der eingegangenen Interessensbekundungen von Firmen aus Europa und den USA im Jahr 2005 in einer Reihe von Treffen verbunden mit Besuchen bei den Firmen vor Ort, um die Herstellungsverfahren zu begutachten, wurden die geeigneten Firmen zur

Angebotsabgabe aufgefordert. Ende 2005 konnte ein Firmenkonsortium gefunden werden, das den Bau des Spektrometers durchführt und wie im Berichtsteil der Universität Hamburg beschrieben zur Zeit abschließt. Details hierzu sind ebenfalls im Berichtsteil der Universität Hamburg zu finden. Die DESY Mitarbeiter begleiten den Bau des Spektrometers im Detail und stehen bis zum Abschluss des Projekts beratend zur Seite.

Vibration measurements at the FLASH hall

March 30, 2006
Wolfgang Beyer

At the FLASH hall in the area of the future raman spectrometer the first measurement of vibration load in vertical order will be measured. Six different locations for acceleration measurement will be applied.
The data acquisition system will be consisted of two geophone vibration sensors from DESY ground vibrations with preamplifiers and 16 bit ADCs. The data will be sampled for the duration of 132 sec in the frequency range of 3-250 Hz. The data sampling will be established by Ms. Ramila Amirikas.
During the data acquisition non experiment user groups with additional vibration loads at the experimental setup will be existed, i.e. vacuum pumps or further external loads. The setup of the experiment hall is shown in Figure 1.

Figure 1: Setup of experiment hall [COND-170]

The six different locations of the acceleration sensors at the experimental setup are shown in Figure 2.

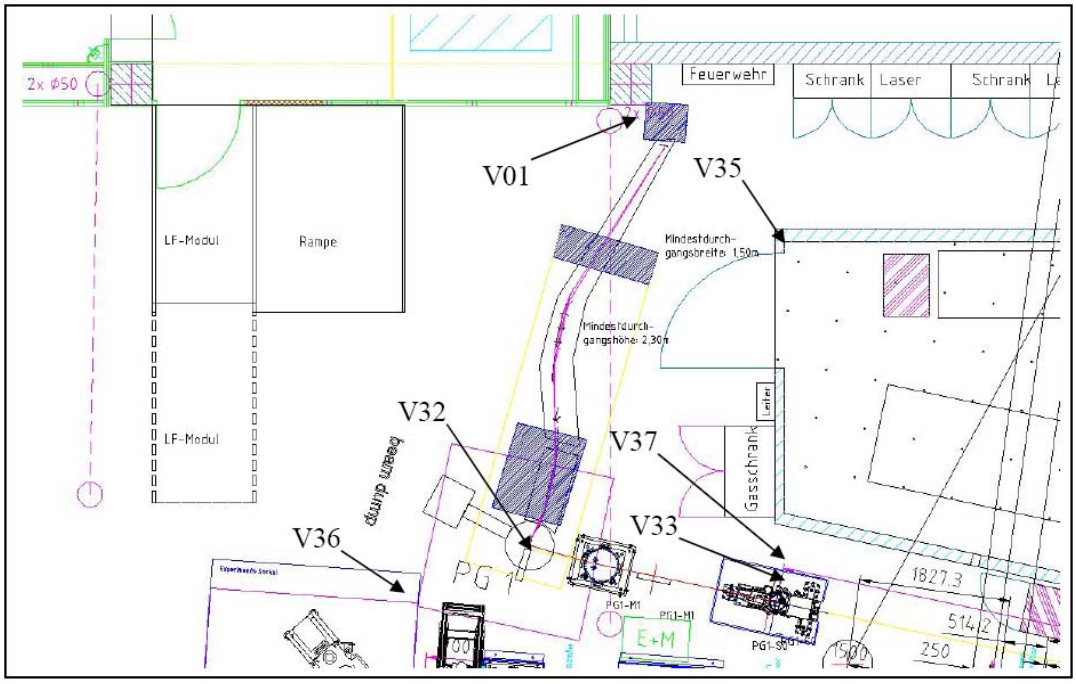


Figure 2: the six different locations of measuring points at the experimental area

One of the sensors (sensor no. 1) will be fixed for the acquisition at the position V01 (see Figure 3 and Figure 4). The location of the other sensor (sensor no. 2) will be varied at the five data acquisition series (V32, V33, V35, V36, V37). The orientations of this sensor are shown in Figure 5 to Figure 13.
The vibration data will be sampled and the power spectra will be calculated by the PSD-software. The paper prints of the power spectra diagrams will be shown at the Figure 14 to Figure 18.

Notice for the power spectra diagrams:
Red coloured line is channel 1, sensor no. 1 at location V01
Black coloured line is channel 2, sensor no. 2 at locations V32, V33, V35, V36 and V37

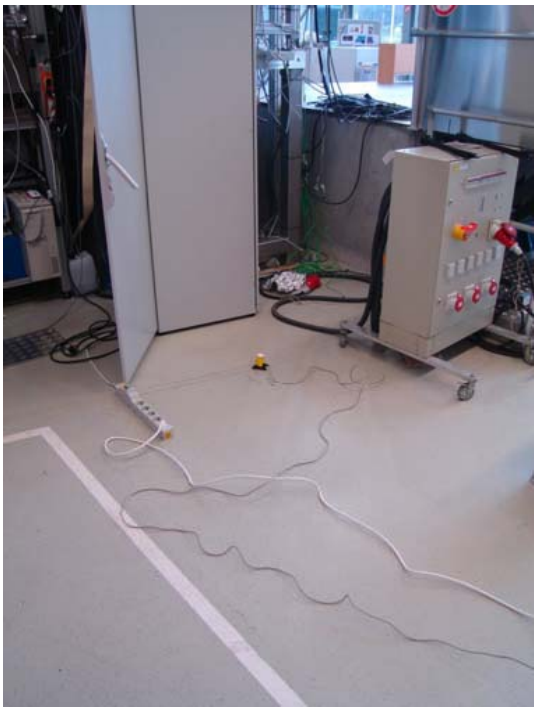
Fig. 3: fixed location of V01 [V01-131]

Fig. 4: distance of V01 to wall [V01-130]

Fig. 5: location of V36, view from laser hutch to entrance [V36-140]

Fig. 6: side view of V36 at experiment stage PG2 [V36-139]

Fig. 7: location of V33, top of the concrete block at PG2 [V33-134]



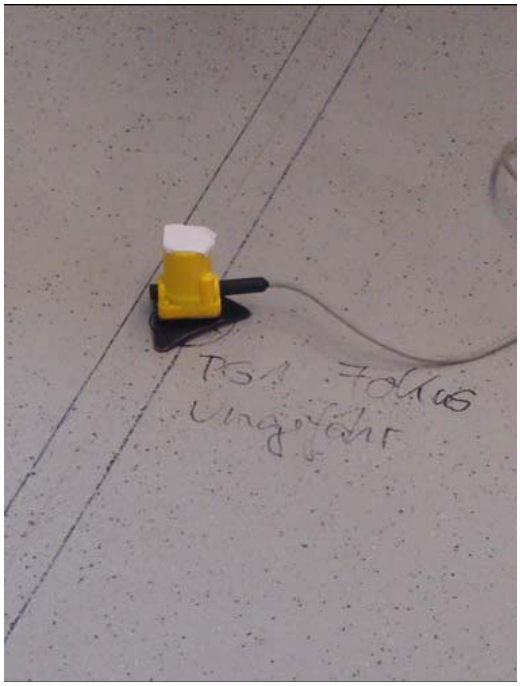


Figure 8: location of V32 on ground [V32-148]

Figure 9: location of V32 at PG1 focus [V32-150]

Figure 10: V37 location on ground [V37-158]

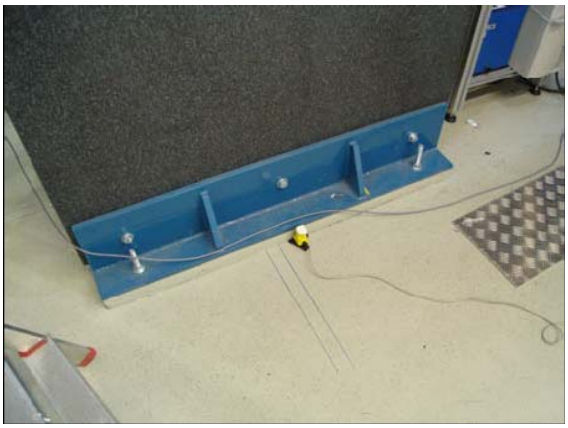


Figure 11: V37 location in front of the concrete block [V37-155]

Fig. 12: location of V01 (left) and V35 (top of the laser hutch) [V01V35-164]

Fig.13: location of V01 (bottom) and V35(top) [V01V35-160]

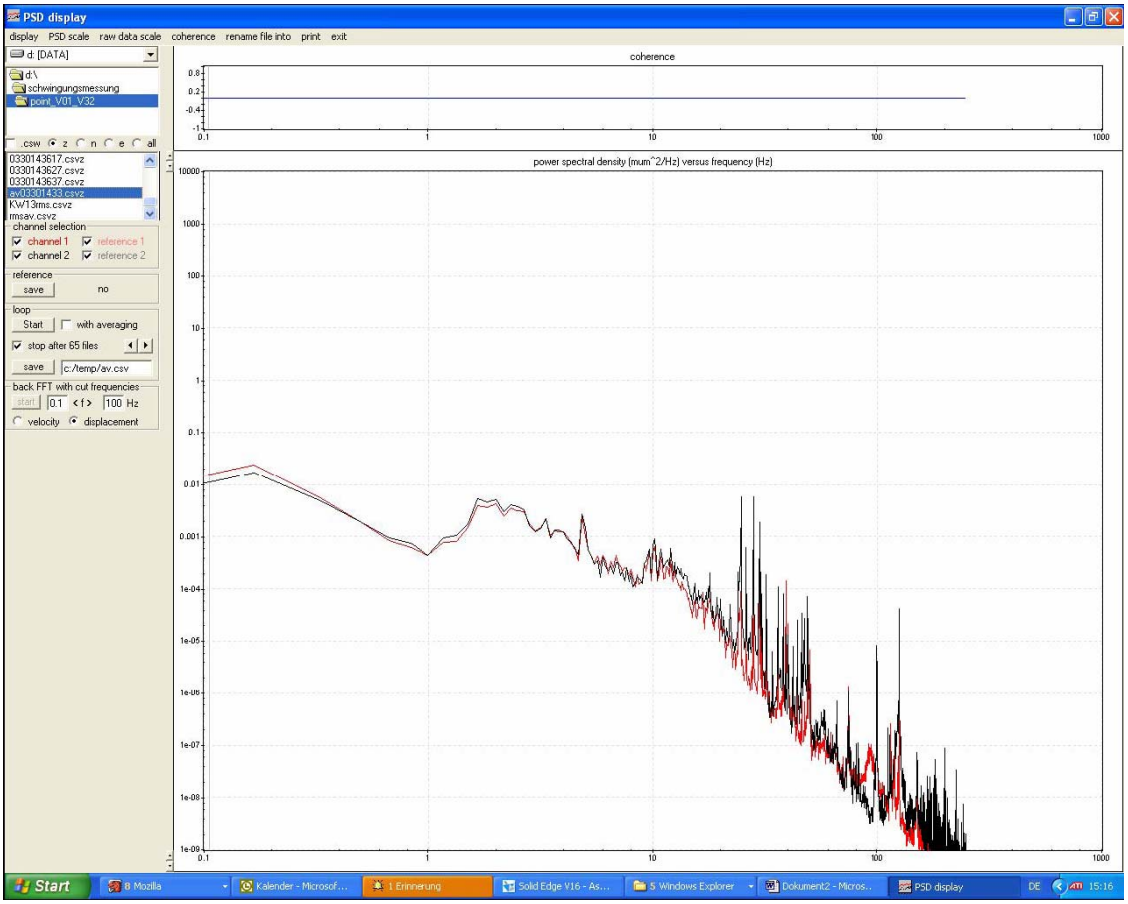


Figure 14: power spectra vs. frequency V01_V32

Note:
Red coloured line is channel 1, sensor no. 1 at location V01
Black coloured line is channel 2, sensor no. 2 at location V32

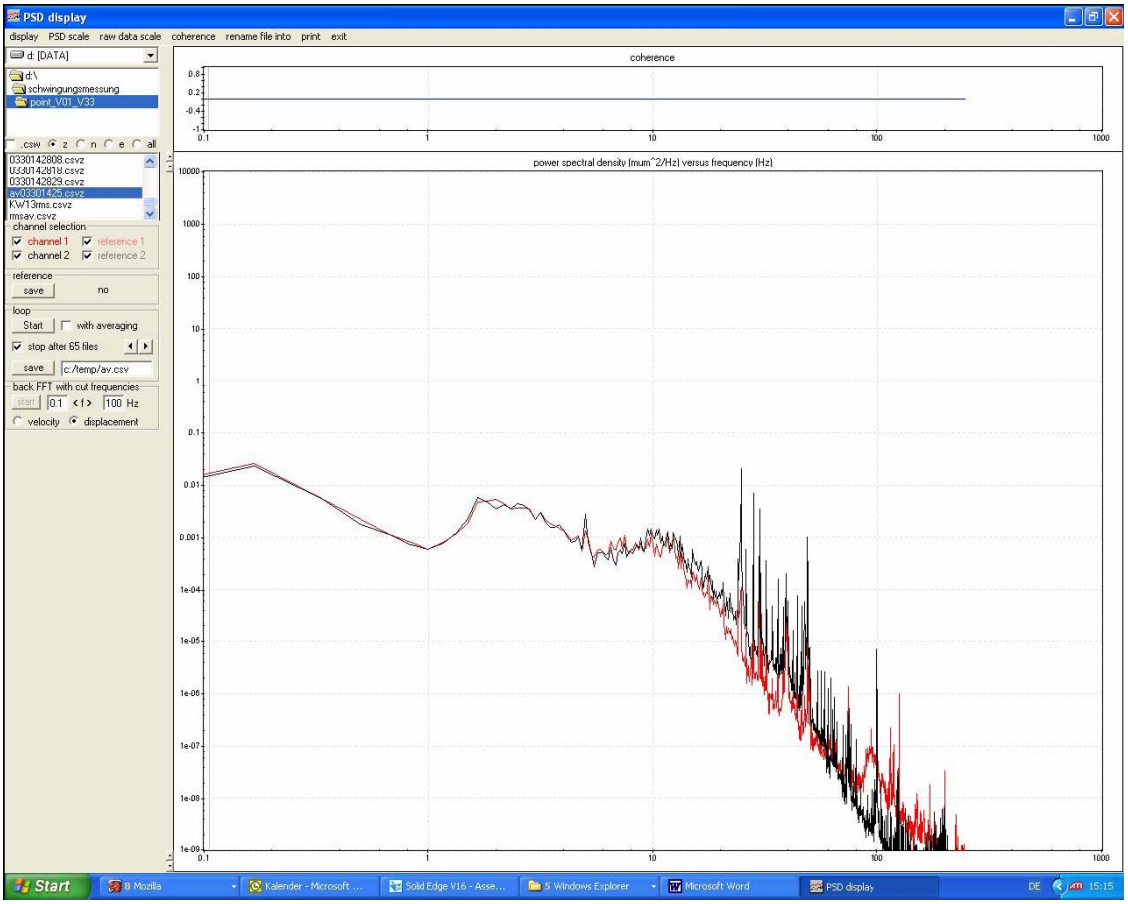


Figure 15: power spectra vs. frequency V01_V33

Note:
Red coloured line is channel 1 with sensor no. 1 at location V01
Black coloured line is channel 2 with sensor no. 2 at location V33

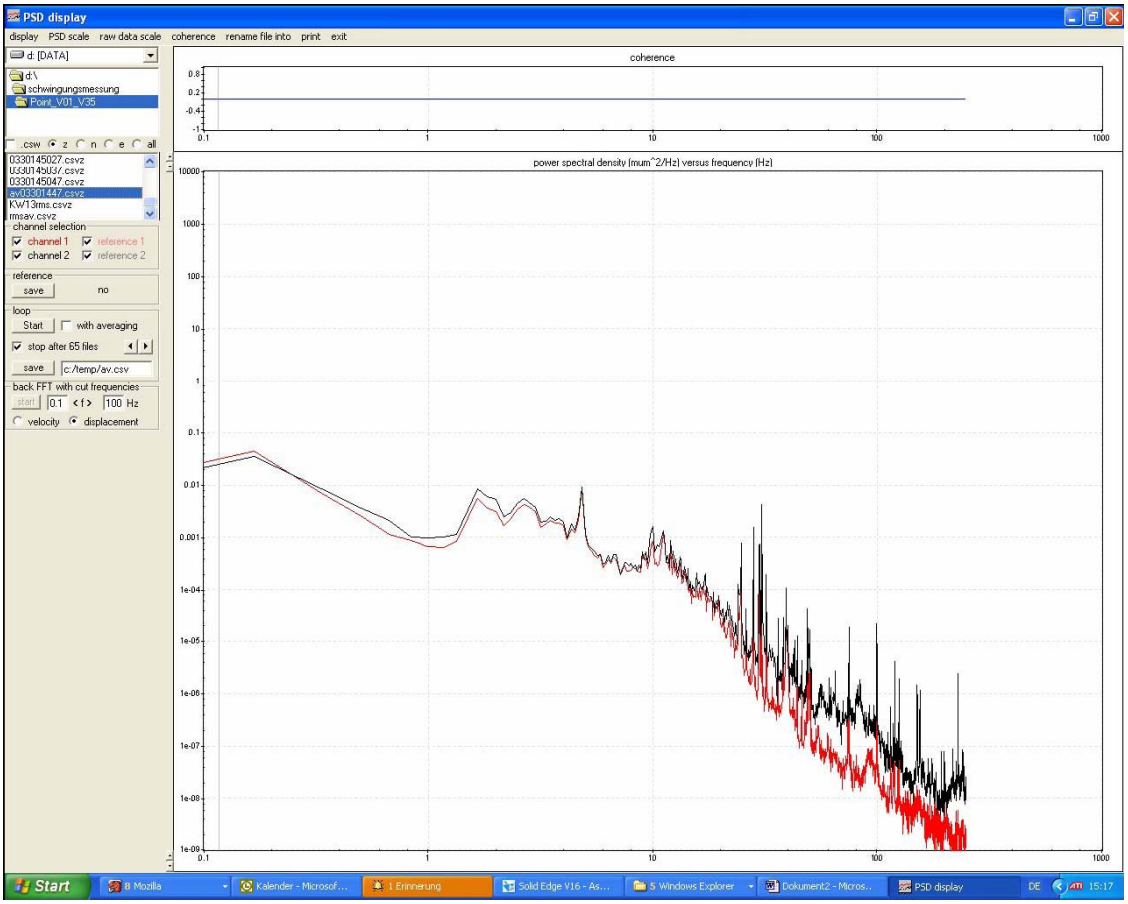


Figure 16.: power spectra vs. frequency V01_V35

Note:
Red coloured line is channel 1 with sensor no. 1 at location V01
Black coloured line is channel 2 with sensor no. 2 at location V35

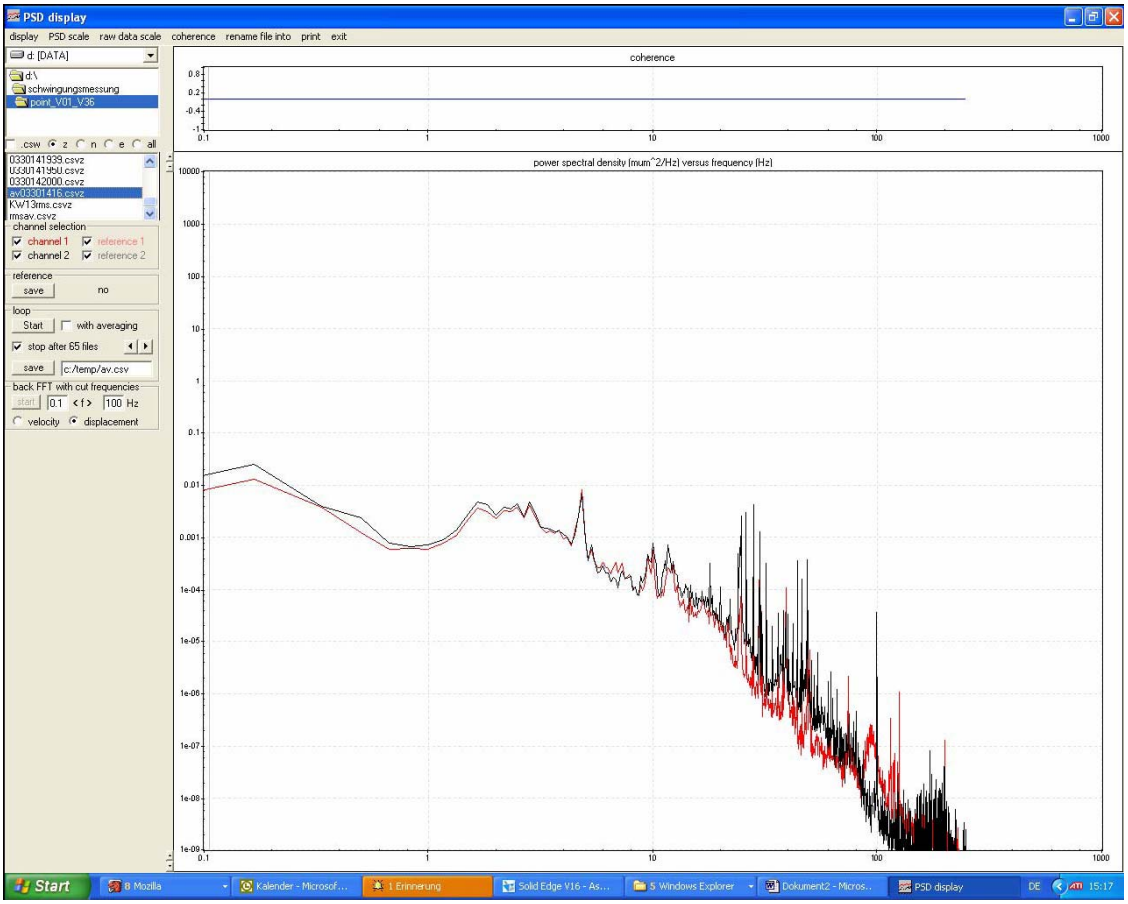


Figure 17: power spectra vs. frequency V01_V36

Note:
Red coloured line is channel 1 with sensor no. 1 at location V01
Black coloured line is channel 2 with sensor no. 2 at location V36

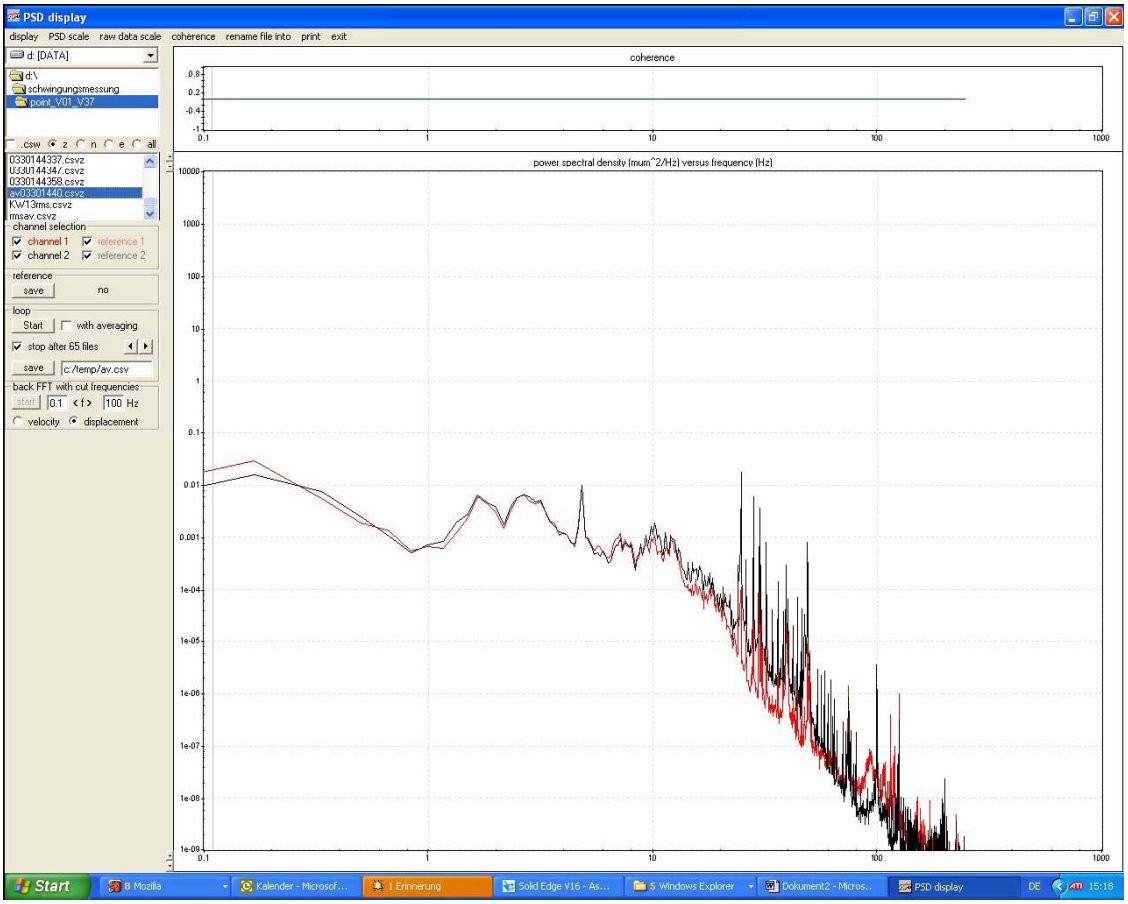


Figure 18: power spectra vs. frequency V01_V37

Note:
Red coloured line is channel 1 with sensor no. 1 at location V01
Black coloured line is channel 2 with sensor no. 2 at location V37

Conclusion:
The first measurements of the vibration loads in the area the future Raman spectrometer at the FLASH hall are done. At the PG beamline the vibration data was sampled at 6 different locations. Further measurements will be continued once the spectrometer is installed and depending on the results, measures to suppress vibrations wherever possible will be taken.