

## PRESSEMITTEILUNG

**SPERRFRIST 30. Mai 2014 – 11 Uhr CET**

### Einzelne Pulse aus Synchrotronlicht herauspicken

Berlin, 28.05.2014

#### Weitere Informationen:

##### Dr. Karsten Holldock

Institut Methoden und  
Instrumentierung der Forschung mit  
Synchrotronstrahlung  
Tel.: +49 (0)30-8062-13170  
karsten.holldock@helmholtz-berlin.de

##### Pressestelle

Dr. Antonia Rötger  
Tel.: +49 (0)30-8062-43733  
Fax: +49 (0)30-8062-42998  
antonia.roetger@helmholtz-berlin.de

**HZB-Physiker haben ein neues Verfahren entwickelt, um einzelne Röntgenpulse gezielt aus den Strahlenbündeln von Synchrotronlichtquellen herauszupicken. Dies ist nützlich, um die elektronischen Eigenschaften von Quantenmaterialien und Supraleitern noch besser zu verstehen und bereitet den Weg für Speicherringe mit variablen Pulsweiten.**

Was wir heute über den Aufbau von Materialien und die darin ablaufenden Prozesse wissen, verdanken wir auch Untersuchungen an Synchrotronlichtquellen wie BESSY II, die brillante Lichtpulse vom Terahertz- bis in den Röntgenbereich erzeugen. Dafür werden Elektronenpakete auf nahezu Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und durch Undulatoren zur Abgabe von kohärenten, intensiven Lichtbündeln gebracht. Die meisten der an Synchrotronlichtquellen angewendeten Techniken sind „photonenhungrig“, sie benötigen immer helleres und brillanteres Licht, um innovative Experimente durchzuführen. Nur ausgerechnet bei einer der wichtigsten Messmethoden, der Elektronenspektroskopie, kann zu viel Licht zum Problem werden. Physiker und Chemiker bestimmen damit seit Jahrzehnten die elektronischen Eigenschaften von Molekülen, Gasen und Festkörpern; doch wenn das auftreffende Röntgenlicht zu intensiv ist und zu viele Elektronen herausschlägt, kann es zu so genannten Raumladungseffekten kommen. Bestimmte Materialparameter entziehen sich dann der Beobachtung. Es erfordert also eine maßgeschneiderte zeitliche Abfolge der Röntgenblitze um hier wissenschaftlich weiter in unbekanntes Terrain vorzustoßen.

#### Flugzeit-Elektronenspektroskopie jetzt auch im Normalbetrieb möglich

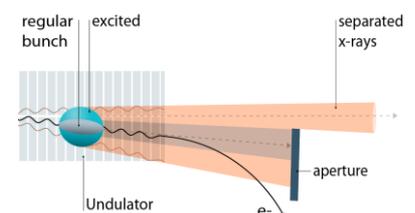
In der neuesten Ausgabe der renommierten Fachzeitschrift Nature Communications stellt ein Team aus dem HZB<sup>1</sup> ein neues Verfahren vor, um einzelne Pulse aus einem Röntgenpulszug bei BESSY II herauszupicken. Damit können sie erstmals auch während des Normalbetriebs von BESSY II Flugzeit-Spektroskopiemessungen (TOF und ArTOF) durchführen. Solche Messmethoden waren bisher nur an zwei Wochen im Jahr im „Single bunch Modus“ möglich. Die Instrumente für dieses neue Verfahren des Pulse-Pickings wurden von einem Team<sup>2</sup> der Universität Uppsala, Schweden, entwickelt und bei BESSY installiert.

Das Verfahren basiert auf der quasi-resonanten magnetischen Anregung transversaler Oszillationen in einem einzelnen Elektronenpaket, welches dann – wie alle Anderen auch – in einem Undulator einen Lichtkegel erzeugt. Die selektive Anregung führt nun aber zu einer Verbreiterung des Strahlungskegels. Durch eine „Beule“ im Elektronenstrahl wird es möglich, die reguläre Undulatorstrahlung auszublenden, so dass nur noch Licht aus dem angeregten Elektronenpaket beim Experiment ankommt – also nur einmal pro Umlauf. Damit ist die Frequenz perfekt an moderne winkelaufgelöste Flugzeitspektrometer angepasst.

#### Bandstrukturen präziser bestimmen



Einige der wichtigsten Untersuchungsmethoden benötigen Röntgenpulse mit einer bestimmten Zeitstruktur. An BESSY II stehen den Nutzern solche Pulse nun jederzeit auf Wunsch zur Verfügung.  
Bild: K. Holldock/HZB



Im Normalmodus emittieren die Elektronenpakete (graue Ellipse) auf der Achse des Undulators ihre Strahlung (grau). Durch die Anregung wird der Elektronenstrahl abgelenkt und teilweise in der gekühlten Blende vernichtet. Nur der Strahlungsanteil aus der angeregten „Beule“ (blau) erreicht so das Strahlrohr. Alle Signale kommen dann „gefühlte“ von einem Einzelpuls, der sich bei jedem Umlauf wiederholt. Dabei bleibt die Polarisation des Lichts erhalten.

Grafik: Ela Strickert/HZB

<sup>1</sup> aus dem Institut für Methoden und Instrumente der Forschung mit Synchrotronstrahlung, dem Institut für Beschleunigerphysik und der Undulatorgruppe

<sup>2</sup> im Rahmen des Uppsala-Berlin Joint Labs (UBjL)

„Wir haben das Pulse-Picking by Resonant Excitation (PPRE-Verfahren) entwickelt, weil eine große Nutzer-Community solche einzelnen Pulse braucht, um Quantenmaterialien wie z.B. Graphen oder topologische Isolatoren noch eingehender zu untersuchen. Denn gerade durch die extrem hochaufgelöste Elektronenspektroskopie können die Bandstrukturen dieser Materialien noch präziser vermessen werden. Auch für die Forschung an Supraleitern und an magnetischen Materialien mit bestimmten Ordnungen sowie für die Untersuchung von katalytischen Oberflächenprozessen sind diese Pulse sehr wertvoll. Außerdem benötigen wir jetzt dringend solche „pulse picking“ – Verfahren, um für unser Zukunftsprojekt BESSY-VSR gewappnet zu sein, denn hier müssen wir den Nutzern eine Methode an die Hand geben, wie sie Röntgenpulslängen ihrer Wahl nach Bedarf in ihre Beamline lenken“, erklärt Dr. Karsten Holldack, Erstautor der Arbeit.

### **Erste Tests erfolgreich**

Die Forscher konnten das Verfahren an Experimenten mit ARTOF-Flugzeitspektrometern testen und überprüfen. Es funktioniert in den verschiedenen Betriebsmoden von BESSY II an verschiedenen Undulatoren und Beamlines und parallel zum Nutzerbetrieb. "Hier profitieren wir von unserer langjährigen Erfahrung mit Emittanz-Manipulationen am Speicherring“, sagt Dr. Peter Kuske, der im Team die Beschleunigerphysik-Aspekte des Projekts geleitet hat. Dank vieler Vorarbeiten am Speicherring funktioniert sogar die Auswahl von Lichtpulsen aus ultrakurzen Bündeln im Low- $\alpha$ -Modus, zeigten die Autoren. Nicht zuletzt kann nun der Nutzer zwischen dem vollen statischen Fluss oder dem Einzelpuls schalten, ohne andere Einstellungen an den Instrumenten und der Probe zu verändern.

**Die Arbeit erscheint am 30.5.2014 in Nature Communications:** Single Bunch X-ray Pulses on Demand from a Multibunch Synchrotron Radiation Source, K. Holldack et al. **Doi: 10.1038/ncomms5010**

Das **Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)** betreibt und entwickelt Großgeräte für die Forschung mit Photonen (Synchrotronstrahlung) und Neutronen mit international konkurrenzfähigen oder sogar einmaligen Experimentiermöglichkeiten. Diese Experimentiermöglichkeiten werden jährlich von mehr als 2500 Gästen aus Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen weltweit genutzt. Das Helmholtz-Zentrum Berlin betreibt Materialforschung zu solchen Themen, die besondere Anforderungen an die Großgeräte stellen. Forschungsthemen sind Materialforschung für die Energietechnologien, Magnetische Materialien und Funktionale Materialien. Im Schwerpunkt Solarenergieforschung steht die Entwicklung von Dünnschichtszellzellen im Vordergrund, aber auch chemische Treibstoffe aus Sonnenlicht sind ein wichtiger Forschungsgegenstand. Am HZB arbeiten rund 1100 Mitarbeiter/innen, davon etwa 800 auf dem Campus Lise-Meitner in Wannsee und 300 auf dem Campus Wilhelm-Conrad-Röntgen in Adlershof.

Das HZB ist Mitglied in der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V., der größten Wissenschaftsorganisation Deutschlands.