

Brillantes Licht für die Spitzenforschung

Autor(en): **Daetwyler, Jean-Jacques**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin**

Band (Jahr): - **(2004)**

Heft 62

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-552332>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

<http://www.e-periodica.ch>



Brillantes Licht für die Spitzenforschung

In einem ringförmigen Gebäude am Paul-Scherrer-Institut versteckt sich ein gigantischer Röntgenapparat, der gleichzeitig ein riesiges Mikroskop ist: die Synchrotron Lichtquelle Schweiz.

VON JEAN-JACQUES DAETWYLER
BILDER H.R. BRAMAZ/PSI, PSI

Seit gut drei Jahren ist am Paul-Scherrer-Institut (PSI) nördlich von Baden die Synchrotron Lichtquelle Schweiz (SLS) in Betrieb. Hunderte von Forschungsgruppen benutzen diese Grossanlage der besonderen Art für ihre Experimente. Mit der äusserst intensiven elektromagnetischen Strahlung untersuchen sie die Oberfläche und die Kristallstruktur von verschiedensten Arten von Materie. «Neben Versuchen der Physik und Materialwissenschaften nehmen biologische und medizinische Fragestellungen zu», stellt Friso van der Veen fest. Der Physikprofessor von der ETH Zürich war an der Planung der SLS massgeblich beteiligt und leitet dort nun

den Bereich «Forschung mit Synchrotronstrahlung und Nanotechnologie».

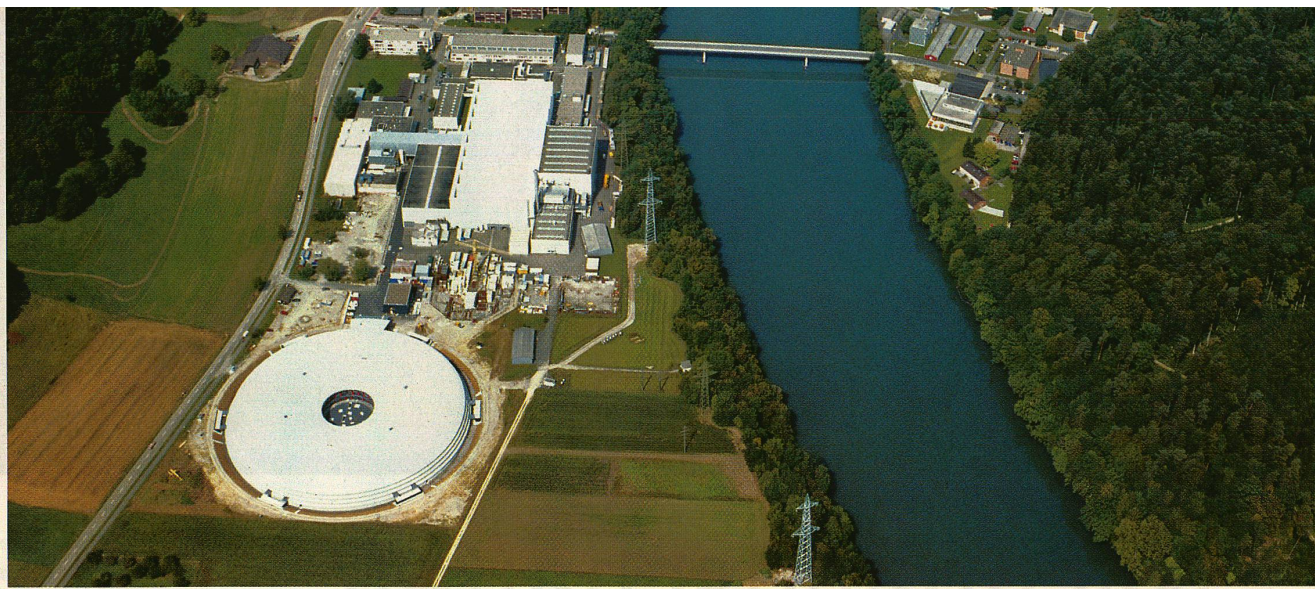
Flitzende Elektronen

Die elektromagnetische Strahlung der SLS wird von Elektronen erzeugt, die mit beinahe Lichtgeschwindigkeit stundenlang im Hochvakuum zirkulieren. Für die Geschwindigkeit sorgt ein ringförmiges System von Teilchenbeschleunigern. Die flitzenden Elektronen kreisen schliesslich in einem Speicherring von 288 Metern Umfang. Da emittieren sie in Laufrichtung elektromagnetische Strahlung. Diese so genannte Synchrotronstrahlung wird in einem breiten Spektrum ausgesandt, von infrarotem Licht bis zu harten Röntgen-

strahlen. Die höchste Brillanz (Leuchtkraft im relevanten Wellenlängenbereich) wird aber mit so genannten Undulatoren erreicht: Reihen vieler Magnete mit wechselnder Polarität verleihen den vorbeirasenden Elektronen eine schnelle Slalombewegung. Damit lässt sich sehr intensive Strahlung in ausgewählten Wellenlängen erzeugen.

Die Synchrotronstrahlung wird tangential vom Speicherring über so genannte Strahllinien zu den Experimentierstationen geführt. Zurzeit sind sechs solche Strahllinien in Betrieb. Weitere acht sind im Aufbau oder Entwurf.

Die Palette der Anwendungsmöglichkeiten in der Forschung ist riesig. Mit den



Die elektromagnetische Strahlung der Synchrotron Lichtquelle Schweiz wird von Elektronen erzeugt, die mit beinahe Lichtgeschwindigkeit unter Hochvakuum im Kreis zirkulieren.

Drei Beispiele

Schärfere Bilder

Hochstehende Experimente mit Synchrotronlicht verlangen neben guten Strahllinien auch sehr leistungsfähige Detektoren, um die Effekte der Wechselwirkung der Strahlen mit den untersuchten Proben zu registrieren. Am PSI ist der Pixeldetektor PILATUS entwickelt worden, der die handelsüblichen Geräte an Empfindlichkeit und Schnelligkeit weit übertrifft. «Auf der strahlenseitigen Fläche des Detektors sind rund eine Million winzige Siliziumdioden angeordnet, die je einen Bildpunkt – ein Pixel – aufnehmen können. So liefert das Gerät sehr scharfe Bilder, zum Beispiel von der Beugung der Strahlen durch Proteinkristalle oder pulverförmige Stoffe», erklärt Projektleiter Christian Brönnimann. «Jedes Photon wird gezählt. Die Auslesezeit ist rund hundert Mal kürzer als mit Standardgeräten des Marktes.» Ein erster Einsatz des Detektors für die Erfassung der Molekularstruktur des Proteins Thaumatin bestätigt das grosse Potenzial dieser neuen Detektortechnologie.

Schmiermittel in der Enge

Wird eine Flüssigkeit zwischen zwei Wänden eingeschlossen, die extrem nah zueinander stehen, so erhöht sich ihre Viskosität gewaltig: Sie wird fast zu einem Festkörper, ihre Moleküle ordnen sich ähnlich wie in einem Kristall. Ist die Flüssigkeit ein Schmiermittel zwischen zwei sich bewegenden Maschinenteilen, so kann dies zu Verschleiss führen. Ein Experiment an der SLS untersucht diesen Vorgang: Ein sehr kleines Volumen einer Lösung wird mit eng gebündeltem Synchrotronlicht durchleuchtet. Die entstehenden Beugungsbilder geben Auskunft über die sich verändernde Anordnung der Moleküle in der Flüssigkeit. «Das Experiment dürfte ferner nützliche Informationen liefern über den Transport grösserer Moleküle durch äusserst feine Kanäle auf

Laborchips», führt Projektleiter Friso van der Veen aus. Eine weitere Anwendung: Für die Untersuchung mit Synchrotronstrahlung müssen Proteine in Kristallform vorliegen, was eine aufwändige und schwierige Präparation verlangt. Einfacher könnten Proteine in einen kristallähnlichen Zustand überführt werden, indem man sie in ein sehr kleines Volumen einschliesst.

Basis für futuristische Schaltkreise

Neuartige elektronische Bauteile (wie hochempfindliche Magnetleseköpfe oder Transistoren mit geringer Wärmeentwicklung), die zum Teil noch in der Forschung und Entwicklung stehen, nützen nicht die Ladung, sondern den Spin (den Eigendrehimpuls) der Elektronen für Steuer- oder Messfunktionen aus. «Für diese zukunftssträchtige Technologie, die Spintronics, fehlt aber noch weitgehend das Verständnis der sich abspielenden physikalischen Vorgänge», erklärt der Physiker Jürg Osterwalder von der Universität Zürich.

Um das Grundlagenwissen auf diesem Gebiet voranzutreiben, hat sein Team mit der Projekt- und Gerätefinanzierung «R'Equip» des Schweizerischen Nationalfonds die Messapparatur COPHEE gebaut, mit der es seit einem Jahr in der SLS experimentiert. Untersucht werden Elektronen, die durch die einfallende Synchrotronstrahlung aus Metalloberflächen herausgerissen werden (Photoeffekt). Als einzige Anlage der Welt kann COPHEE neben der Energie und dem Impuls auch die absolute Spinrichtung von Elektronen bestimmen. Deshalb ist sie bedeutsam für die Erforschung von Vorgängen, bei denen die Spinzustände der Elektronen eine zentrale Rolle spielen. Die hohe und konstante Lichtintensität sowie die frei wählbare Wellenlänge und Polarisation der Strahlung an der SLS bieten ideale Voraussetzungen für dieses lichterfüllte Experiment.

langwelligen Lichtstrahlen werden vor allem die Eigenschaften von Oberflächen untersucht. Kurzwellige Röntgenstrahlen dringen tiefer in eine Probe ein und erlauben damit Strukturuntersuchungen von Materialien. Experimente an der SLS liefern wichtige Beiträge zum Beispiel im Hinblick auf kompakte magnetische Datenspeicher, Oberflächen mit geringer Reibung, effizientere Solarzellen und Hochtemperatur-Supraleiter. Untersucht werden auch Proteinkristalle, was der Entwicklung neuer Medikamente dient.

Sehr stabile Röntgenstrahlung

Als jüngste von zwölf Anlagen dieser Art in Europa zeichnet sich die SLS durch neueste Technologie aus. Sie ist, wie van der Veen betont, eine Synchrotronstrahlungsquelle dritter Generation und liefert sehr stabile Röntgenstrahlung, deren Brillanz eine Million Millionen (10^{12}) Mal stärker ist als jene einer Röntgenlampe beim Zahnarzt.

Im Rahmen internationaler Zusammenarbeit benutzen auch Forschende aus dem Ausland die Anlage: So ist beispielsweise Ende Juni eine französisch-schweizerische Strahllinie, LUCIA, eingeweiht worden, eine Kooperation mit dem französischen Centre national de la recherche scientifique (CNRS). ■