

Press release**Paul Scherrer Institut (PSI)****Dagmar Baroke**

02/06/2013

<http://idw-online.de/en/news518110>Research results, Scientific Publications
Electrical engineering, Physics / astronomy
transregional, national**Fluktuationen mit Röntgenmikroskop sichtbar gemacht**

Röntgenstrahlen bieten Einsichten in Strukturen, die mit Lichtmikroskopie nicht abgebildet werden können. Mit ihnen kann die Nanostruktur von so unterschiedlichen Objekten untersucht werden wie einzelne Zellen oder magnetische Datenträger. Hochauflösende Bilder sind jedoch nur möglich, wenn sowohl Mikroskop als auch das Untersuchungsobjekt extrem stabil sind. Forscher der Technischen Universität München und des Paul Scherrer Instituts zeigten nun, wie man diese Bedingungen lockern kann, ohne die Bildqualität zu beeinträchtigen. Auch hochdynamische Systeme, wie z.B. magnetische Fluktuationen, wie sie die Lebensdauer von Daten auf Festplatten einschränken, können untersucht werden.

Sowohl in den Lebens- als auch in den Materialwissenschaften bietet Mikroskopie mit Röntgenstrahlen einzigartige Einblicke. Um jedoch Nanostrukturen wie den Aufbau biologischer Zellen, die poröse Struktur von Zement oder Speicherfelder von magnetischen Datenträgern abzubilden, müssen Röntgenmikroskope möglichst vibrationsarm sein. Zusätzlich müssen Röntgenfilter aus der ankommenden Röntgenstrahlung den Anteil mit den richtigen Eigenschaften auswählen – zum Beispiel der richtigen Wellenlänge. „Das Röntgenlicht, das wir verwenden“, erklärt Andreas Menzel, Wissenschaftler am Paul Scherrer Institut, „muss selbst sehr gut charakterisiert sein. Ansonsten können wir nicht garantieren, dass unsere Bilder genau das wiedergeben, was wir untersuchen.“

Beiträge verschiedener Wellenlängen getrennt

Menzel und Pierre Thibault von der Technischen Universität München haben nun eine Analyseverfahren entwickelt, die trotz Vibrationen oder Fluktuationen zuverlässige Bilder produziert. Die Methode basiert auf einer Technik namens „Ptychographie“, die in den 1960er Jahren für die Elektronenmikroskopie erfunden wurde. Sie wurde in den letzten Jahren weiterentwickelt und wird inzwischen auch für hochauflösende Mikroskopie sowohl mit sichtbarem als auch mit Röntgenlicht angewendet. Die neuen Ergebnisse ermöglichen es nun beispielsweise, in einem Bild Effekte voneinander zu unterscheiden, die von Lichtanteilen mit verschiedenen Wellenlängen stammen. „Neben dem Einsatz in bildgebenden Verfahren“, erläutert Pierre Thibault, „hat unsere Analyse eine grundlegende Verwandtschaft zu anderen Fachbereichen offenbart. Mikroskopie und Wissenschaftsdisziplinen, wie z.B. Quanteninformatik, die bisher als denkbar unabhängig galten, können voneinander profitieren.“

Fluktuationen sichtbar gemacht

Das wahrscheinlich bedeutsamste Ergebnis der Arbeit ist, dass nun eine ganze Klasse von Objekten abgebildet werden kann, die man bisher nicht gut hat untersuchen können. „Wir können nicht nur Vibrationen im Mikroskop kompensieren“, sagt Andreas Menzel, „Auch wenn sie viel zu schnell sind, als dass wir sie mit einzelnen Momentaufnahmen festhalten könnten, können wir Fluktuationen der Probe selber charakterisieren.“ Eine mögliche Anwendung besteht darin, die wechselnde Magnetisierung einzelner Bits in magnetischen Speichermedien mit hoher Speicherdichte zu untersuchen.

Computersimulation als Test

„Um uns zu vergewissern, dass die Bilder, die wir produzierten, tatsächlich die Proben und ihre Dynamik genau wiedergaben“, so Pierre Thibault, „führten wir zudem Computersimulationen durch. Sie bestätigten, dass sowohl Effekte des Instruments als auch der Proben selbst, wie z.B. Ströme, Schaltvorgänge oder bestimmte Quantenzustände, charakterisiert werden können.“ Die neue Analyse verbindet die Charakterisierung dynamischer Zustände mit hochauflösender Mikroskopie. Anwendungen werden erwartet z.B. in der Erforschung der Wechselwirkung einzelner magnetischer Bits oder auch ihrer thermischen Fluktuationen, wie sie letztlich die Lebensdauer magnetischer Datenspeicherung bestimmen.

Über das PSI

Das Paul Scherrer Institut entwickelt, baut und betreibt grosse und komplexe Forschungsanlagen und stellt sie der nationalen und internationalen Forschungsgemeinde zur Verfügung. Eigene Forschungsschwerpunkte sind Materie und Material, Mensch und Gesundheit, sowie Energie und Umwelt. Mit 1500 Mitarbeitenden und einem Jahresbudget von rund 300 Mio. CHF ist es das grösste Forschungsinstitut der Schweiz.

PSI auf Twitter: www.twitter.com/psich.de

Über die TU München

Die Technische Universität München (TUM) ist mit rund 480 Professorinnen und Professoren, 9.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und 32.000 Studierenden eine der führenden technischen Universitäten Europas. Ihre Schwerpunktfelder sind die Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, Lebenswissenschaften, Medizin und Wirtschaftswissenschaften. Nach zahlreichen Auszeichnungen wurde sie 2006 und 2012 vom Wissenschaftsrat und der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Exzellenzuniversität gewählt. In nationalen und internationalen Vergleichsstudien rangiert die TUM jeweils unter den besten Universitäten Deutschlands. Die TUM ist dem Leitbild einer forschungsstarken, unternehmerischen Universität verpflichtet. Weltweit ist die TUM mit einem Forschungscampus in Singapur sowie Niederlassungen in Peking (China), Brüssel (Belgien), Kairo (Ägypten) und Sao Paulo (Brasilien) vertreten. www.tum.de

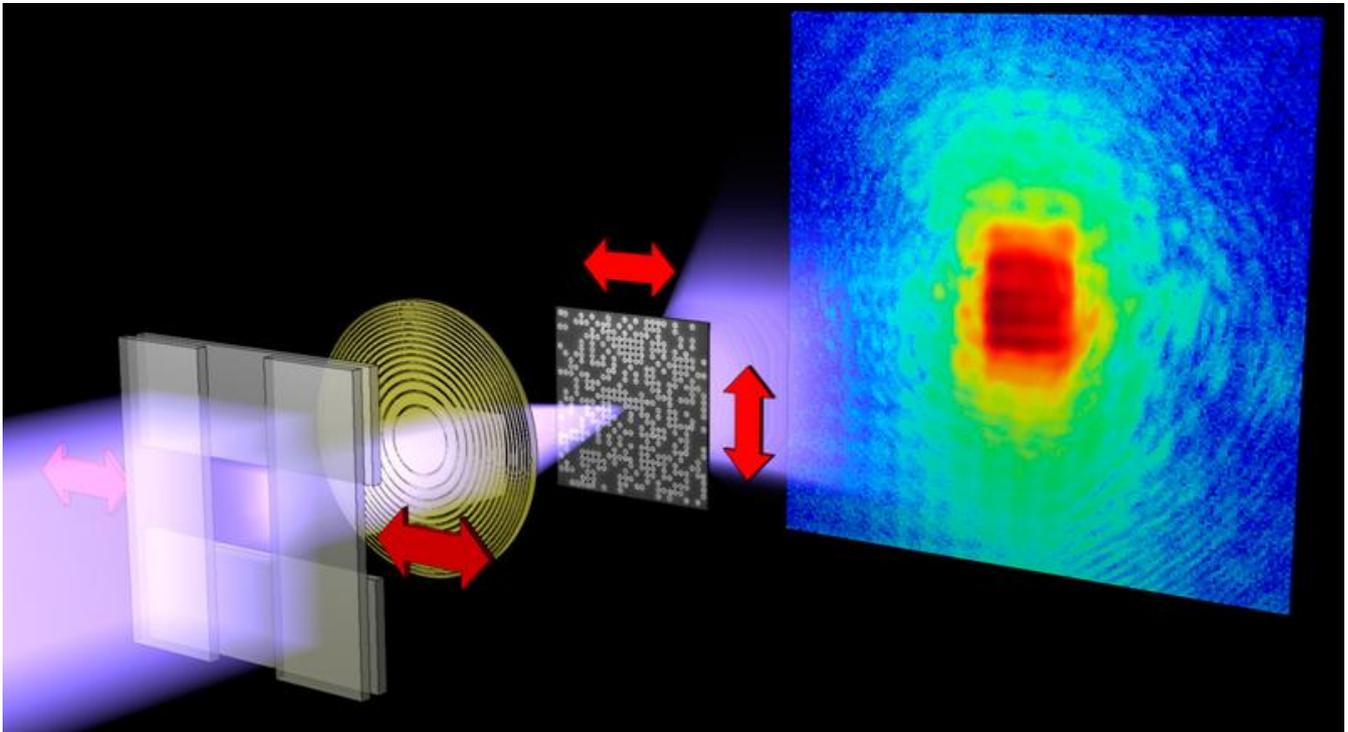
Kontakt:

Dr. Andreas Menzel; Labor für Makromoleküle und Bioimaging,
Paul Scherrer Institut, 5232 Villigen PSI, Schweiz
Telefon: +41 56 310 3711
E-Mail: andreas.menzel@psi.ch (deutsch, englisch)

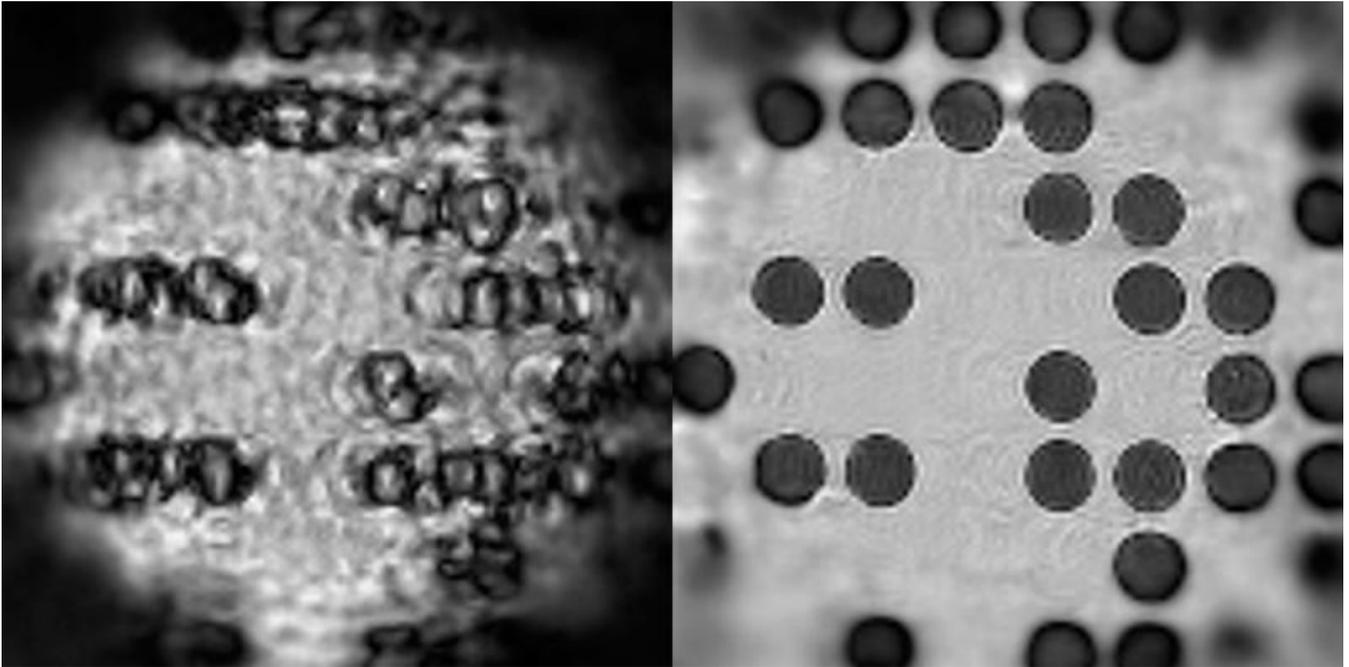
Dr. Pierre Thibault; Physikdepartment;
Technische Universität München
85748 Garching, Deutschland
Telefon +49 (0)89 289 14397; E-Mail: pierre.thibault@tum.de (französisch, englisch)

Originalveröffentlichung:

Reconstructing state mixtures from diffraction measurements
Pierre Thibault & Andreas Menzel
Nature, 7. February 2013, DOI: [10.1038/nature11806](https://doi.org/10.1038/nature11806), dx.doi.org/10.1038/nature11806



Ein Schema des experimentellen Aufbaus. Röntgenstrahlen werden gebündelt und treffen auf ein Testobjekt, das mit Nanometer-Präzision durch den Strahl bewegt wird. Die gestreuten Röntgenstrahlen werden von einem Detektor aufgefangen. Derartige Streubilder werden dann zu einem Bild der Probe 'rekonstruiert'.
Grafik: Paul Scherrer Institut/Technische Universität München



Links: Eine Rekonstruktion der Abbildung eines Untersuchungsobjekts mit einer Standardtechnik. Deutlich sichtbar sind Bildstörungen, und Details der Probe werden nicht zuverlässig abgebildet. Rechts: Die neue Analysemethode berechnet Zustandsmischungen der einfallenden Strahlung oder auch der Probe mit ein und verbessert merklich die Bildqualität.
Abbildung: Paul Scherrer Institut/Technische Universität München