

Medienmitteilung

Dübendorf, St. Gallen, Thun, 22. August 2013

Aus zwei mach eins: 3D-NanoChemiscope

Einzigartiges Analysegerät für Oberflächen

Das 3D-NanoChemiscope ist ein Wunderwerk modernster Analysetechnik. Als Weiterentwicklung bekannter Mikroskopie- und Massenspektroskopietechniken bildet es die physikalischen und chemischen Materialoberflächen bis zur atomaren Stufe ab. Das weltweit einzigartige Instrument liefert nicht nur gestochen scharfe Bilder; es weiss auch, was es «sieht».

Was haben ein Pinguin und die Oberfläche einer Solarzelle miteinander zu tun? Nicht viel, gibt Empa-Physikerin Laetitia Bernard zu. Doch hätte sie schmunzeln müssen, als sich bei der Bearbeitung des Abbilds einer Polymermischung, die für die Herstellung von neuartigen organischen Solarzellen benötigt wird, an einer bestimmten Stelle immer deutlicher die Umriss eines Pinguins herauschälten. Ein kleines Detail in der komplexen Welt der Hochleistungsmikroskopie. Das an der Empa entwickelte 3D-NanoChemiscope bildet Proben nicht nur nanometergenau ab, sondern kann auch erstmalig präzise Aufschluss darüber geben, welche chemischen Elemente sich in einer Probe wo angeordnet haben. Simultan und dreidimensional lassen sich damit mechanische Eigenschaften wie Härte, Elastizität oder Reibungskoeffizient, aber auch die chemischen Eigenschaften von Oberflächenstrukturen bestimmen. Im Falle des «Pinguin»-Bildes heisst das: das 3D-NanoChemiscope erfasst nicht nur die Umriss des «Pinguins», sondern deckt auch auf, welche Polymere sich auf seinem «Schnabel», auf seinem «Auge» und «um ihn herum» angesiedelt haben. Mithilfe dieser Analyse können die SolarzellenforscherInnen effizient die Mechanismen ihrer Materialien kontrollieren und entsprechend Zusammensetzung oder Konzentration ihrer Polymermischung ändern. So lassen sich neue Strukturen und somit auch andere Eigenschaften für die Solarzelle herbeiführen.

Rasterkraftmikroskop und High-End-Massenspektrometer

Möglich macht diese Analyse das 3D-NanoChemiscope, das zwei bisherig unabhängige Techniken vereint. Das Rasterkraftmikroskop (SFM, von engl. «scanning force microscope») rastert mit einer ultrafeinen Nadel die Oberfläche ab, das High-End-Massenspektrometer (ToF-SIMS, von engl. «time-of-flight secondary ion mass spectrometry») ermittelt, aus welchen Stoffen sich die oberste monomolekulare Schicht der Festkörperoberfläche zusammensetzt, indem Ionenstrahlen das Material «beschiessen».

Wollte man bis anhin Oberflächen sowohl auf chemische als auch auf physikalische Eigenschaften untersuchen, so musste die Probe in zwei verschiedenen Geräte analysiert werden. Doch durch das Hin- und Hertragen vom einen zum anderen Gerät lief man immer Gefahr, die Probe zu verschmutzen oder zu oxidieren. Ausserdem war es praktisch unmöglich, die im SFM untersuchte Stelle exakt wiederzufinden. Was lag also näher, als die beiden Geräte zu «vereinen»? Damit stiessen die Physikerinnen und Maschinenentwickler bis anhin an ihre Grenzen. In einem vierjährigen, von der EU geförderten Projekt entwickelte Projektleiterin Laetitia Bernard mit Empa-ForscherInnen und Partnern aus Akademie und Industrie in akribischer Arbeit ein neues Gerät, in dem ein SFM und ein ToF-SIMS in einer Ultrahochvakuumkammer möglichst nah nebeneinander angeordnet sind.

Die MikroskopexpertInnen rüsteten das 3D-NanoChemiscope dazu mit einem neuartigen, eigens entwickelten Transportsystem aus, das die Probe auf einer Schiene mit einer Beschichtung aus diamantähnlichem Kohlenstoff (DLC) mittels Piezomotor sanft hin- und herschiebt. Der Probenhalter kann Bewegungen auf fünf Achsen ausführen, sodass sich die zu untersuchende Stelle aus den unterschiedlichsten Positionen analysieren lässt.

Nach seiner Fertigstellung steht der Prototyp – ein Ungetüm aus glänzendem Aluminium, 1 Meter lang, 70 Zentimeter breit und an die 1 Meter 70 hoch – nun beim Projektpartner ION-TOF GmbH im deutschen Münster im Einsatz und wird von Industriekunden und Forschungspartnern genutzt. Der Bau weiterer Geräte steht an, Kunden zeigen sich sehr interessiert und sind bereit, Beträge im siebenstelligen Frankenbereich dafür zu bezahlen.

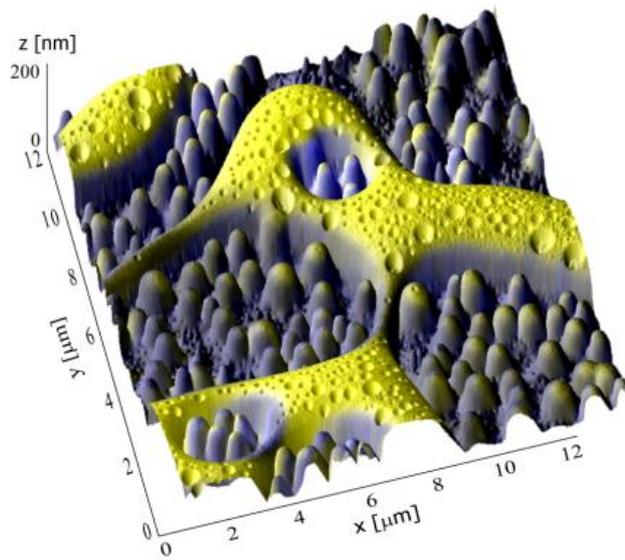
Weitere Informationen

Dr. Laetitia Bernard, Nanoscale Materials Science, Tel. +41 58 765 40 70, laetitia.bernard@empa.ch

Prof. Dr. Hans Josef Hug, Nanoscale Materials Science, Tel. +41 58 765 41 25, hans-josef.hug@empa.ch

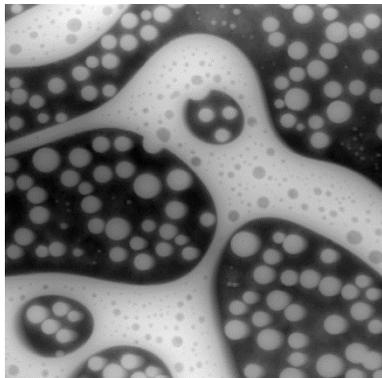
Redaktion / Medienkontakt

Martina Peter, Kommunikation, Tel. +41 58 765 49 87, redaktion@empa.ch

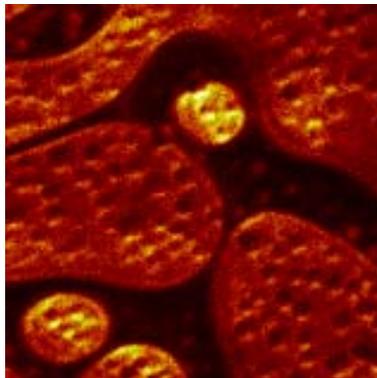


3D-NanoChemiscope-01.tif

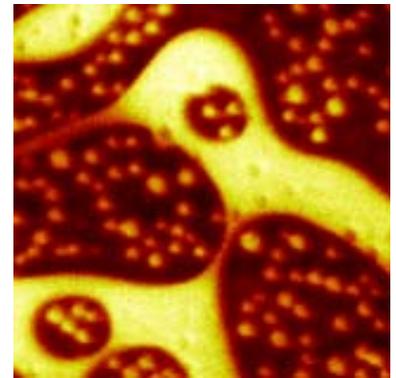
Das Resultat einer kombinierten, dreidimensionalen ToF-SIMS-/SFM-Oberflächenanalyse einer PCBM/CyI-Polymermischung, die in der Empa-Abteilung «Funktionspolymere» zur Herstellung organischer Solarzellen verwendet wird.



3D-NanoChemiscope-02-1.tif



3D-NanoChemiscope-02-2.tif

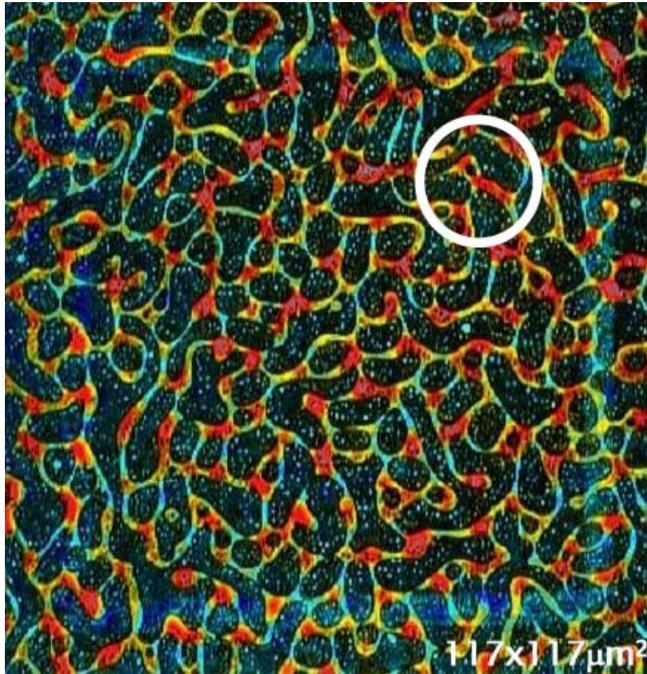


3D-NanoChemiscope-02-3.tif

Einige der vielen einzelnen Bilder, aus denen das 3D-NanoChemiscope die 3D-Ansicht generierte.

Mit dem SFM wird die Oberfläche topographisch abgebildet (Das Bild links zeigt einen $12\mu\text{m} \times 12\mu\text{m}$ grossen Ausschnitt. Die im Bild sichtbaren Höhenunterschiede betragen 100-200nm).

Mit dem TOF-SIMS kann gezeigt werden, wo sich die verschiedenen Stoffe, bzw. Polymere der Polymermischung auf der Oberfläche angesiedelt haben (Bilder Mitte und rechts zeigen $\text{C}^- + \text{C}_2^-$ und $\text{CN}^- + \text{I}^-$ Ionen).



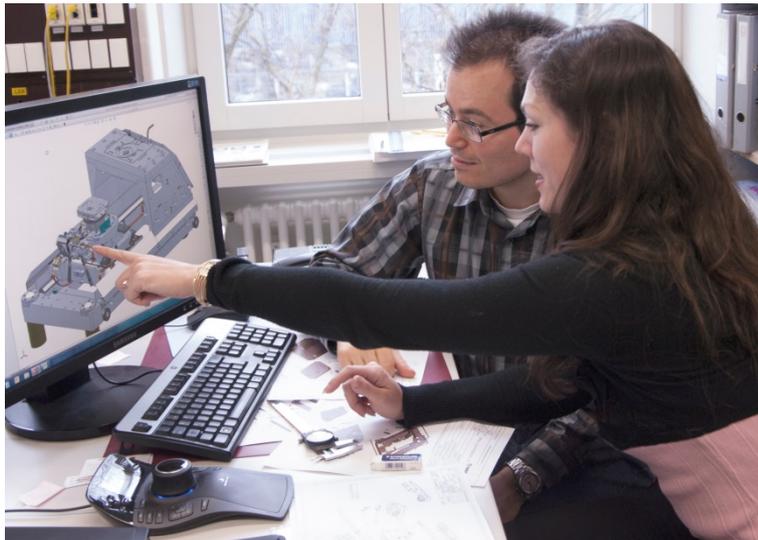
3D-NanoChemiscope-03.jpg

Die Oberfläche der gleichen organischen Solarzelle; dieses Mal abgebildet von einem optischen Mikroskop. Der «Pinguin» ist schon zu erkennen.



3D-NanoChemiscope-04.jpg

Projektleiterin Laetitia Bernard stellt Messungen am SFM an. Auf dem Bildschirm sind Sekunden zuvor erstmals die atomaren Stufen einer Grafitoberfläche erschienen.



3D-NanoChemiscope-05.jpg

Sasa Vranjkovic, Maschinenbauer, und Laetitia Bernard, Leiterin des Projekts 3D-NanoChemiscope, diskutieren den Konstruktionsplan eines Bauteils.



3D-NanoChemiscope-06.jpg

Hans Josef Hug (links), Leiter der Empa-Abteilung «Nanoscale Materials Science», und Rudolf Möllers (rechts), Projektleiter beim Industriepartner ION-TOF, während der Systemintegration des 3D-NanoChemiscopes in Münster.

Die Bilder können von www.empa.ch/bilder/2013-08-22-MM-3D-NanoChemiscope heruntergeladen werden.