

The new aberration-corrected Titan³ 80-300: A window to the nanoworld.



Fig. 1 The aberration-corrected Titan³ 80-300 transmission electron microscope

Since end of August a new transmission electron microscope purchased by EAM funds is up and running. The Titan³ 80-300 (Fig. 1) is a world-class high-resolution analytical TEM equipped with aberration-corrected electron optics, a very recent development in the field of electron microscopy. In order to fully exploit the performance the Titan³ 80-300 is hosted in a new building which has been exclusively constructed for this purpose at Cauerstr. 6 next to the existing electron microscopy laboratory. The building design included a separate foundation for the microscope to suppress vibrations, a special air conditioning to keep the temperature within ± 1 °C under conditions of laminar air flow and the use of non-magnetic materials to avoid magnetic fields that could affect the fast electrons used for imaging and spectroscopy.

In contrast to most existing microscopes the Titan³ 80-300 is operated from a separate operator room which further increases the stability of the instrument and allows collaborators (or students) to join microscopy sessions without affecting the performance of the microscope.

Aberration correction offers great advantages for the microscopy of materials at the atomic scale. Conventional electron lenses suffer from severe lens aberrations, such as spherical aberration, which lead to blurring of object information in the image plane (a phenomenon also known as image delocalization). While glass lenses (used in light optics) can be easily corrected for such lens aberrations this is not the case for electromagnetic lenses. A complicated arrangement of optical elements comprising also non-circular lenses (e.g. hexapole lenses) with highly stable lens currents is required for correcting spherical and other aberrations. The new Titan microscope is equipped with an image-side aberration corrector which improves the microscope resolution to below 0.8 Å and, equally important, drastically increases the interpretability of high-resolution TEM images. Fig. 2 shows a HRTEM image of an ITO nanoparticle, one of the first images taken with the Titan³ 80. It is only because of the suppression of image delocalization by aberration correction that the abruptness of the interface between the nanoparticle and the surrounding vacuum is revealed with such clarity. Analyses of images of this kind permit the study of the structure of nanoparticle surfaces and surface layers as well as interfaces between nanoparticles, a key issue in several cluster projects. In addition the Titan³ 80-300 offers many other modes of operation with high performance, like HAADF-STEM (Fig. 3), electron tomography, EDXS, EELS, EFTEM (Fig. 4) and energy-filtered CBED, to name only some of the most significant.

Now that the Titan³ 80-300 is fully functioning, the different modes and their performance capabilities are being explored in collaborative projects within the Cluster. By exploiting the many opportunities the microscope offers, use of the aberration-corrected Titan³ 80-300 will certainly contribute significantly to a deeper understanding of the structure-property relationship of hierarchical materials, one of the key points of discussion in the Cluster!

Prof. Erdmann Speicker

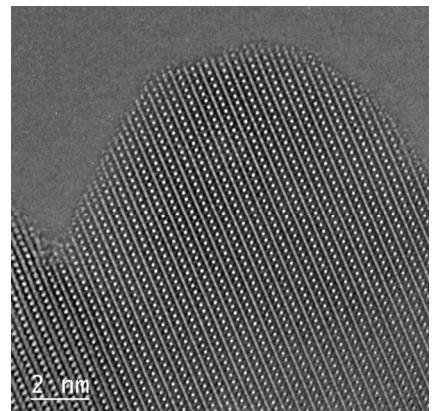


Fig. 2 Aberration-corrected HRTEM image of an ITO nanoparticle. (WW 6)



The new dedicated building at Cauerstr. 6 hosting the Titan³ 80-300 microscope

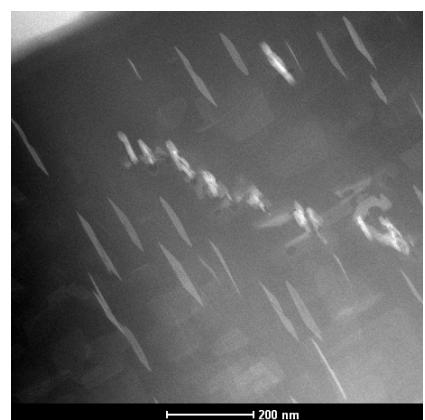


Fig. 3 HAADF-STEM image of precipitates in an Al-alloy. (WW 1)

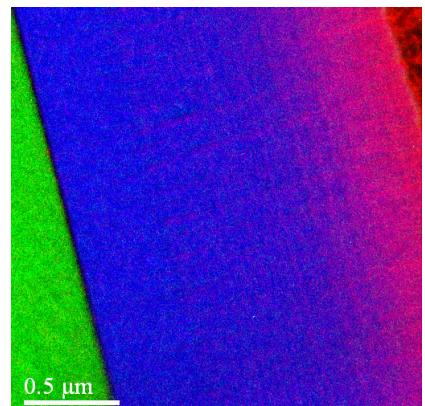


Fig. 4 EFTEM image of industrial Diamond-like-Carbon (DLC) coating on steel with Cr adhesion layer (red: C, green: Fe, blue: Cr) (WW 1)

Festliche Einweihung Titan³ am 30. April 2010

Bereits seit August 2009 können Wissenschaftler verschiedenster Fakultäten, Departments, Lehrstühle und Gruppen das neue aberrations-korrigierte Transmissionselektronenmikroskop Titan³ 80-300 der Arbeitsgruppe Elektronenmikroskopie um Prof. Spiecker am Department Werkstoffwissenschaften für ihre Untersuchungen von Grenzflächen, Nanostrukturen und Funktionsmaterialien verwenden. Die Arbeitsgruppe Elektronenmikroskopie gehört dem Lehrstuhl Biomaterialien (Prof. Boccaccini) an und repräsentiert gleichzeitig den Bereich Nanoanalytik und Tomographische Elektronenmikroskopie im neu gegründeten interdisziplinären Zentrum „Center for Nanoanalysis and Electron Microscopy (CENEM)“, des Exzellenzclusters „Engineering of Advanced Materials“ (EAM), das unter der Leitung von Prof. Göken steht.

Am 30. April 2010 wurde nun das neue Hochleistungsmikroskop während eines feierlichen Festaktes und in Anwesenheit des Staatsministers für Wissenschaft und Kunst Dr. Wolfgang Heubisch und des Universitätspräsidenten Prof. Karl-Dieter Grüske im Georg-Waeber-Saal das Fraunhofer Instituts für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie (IISB) eingeweiht. Prof. Matthias Göken (Lehrstuhl WW I), der sich federführend um die Beschaffung des neuen Titan³ 80-300 aus Mitteln des Exzellenzclusters gekümmert hatte, hieß nach einem musikalischen Begrüßungsstück des Spiecker'schen Streichtrios die Gäste aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft herzlich willkommen. Nach Grußworten von Staatsminister Dr. Heubisch, von Universitätspräsidenten Prof. Grüske und dem Sprecher des Exzellenzclusters Prof. W. Peukert stellte Prof. Spiecker das neue Mikroskop vor und zeigte anhand erster Forschungsergebnisse, wie das Titan für die Forscher des Exzellenzclusters ein „Fenster zur Nanowelt“ werden kann. Für den Festvortrag konnte der renommierte Wissenschaftler und ehemalige DPG-Präsident Prof. Knut Urban vom Ernst-Ruska-Centre für Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen am Forschungszentrum Jülich gewonnen werden. Prof. Urban ist einer der Forscher, welche die Entwicklung von korrigierten Elektronenlinsen wesentlich vorangetrieben haben und war 1986 auch für ein Jahr bei WW I als Professor tätig. In seinem Vortrag zeigte er anhand von eindrucksvollen Ergebnissen, welche Möglichkeiten zur Erforschung von Materialien auf atomarer Skala diese neue Technologie eröffnet.

Mit dem Titan³ 80-300 der Firma FEI hat die FAU Erlangen-Nürnberg und der Wissenschafts- und Technologie Standort Erlangen ein neues Prestigeobjekt erhalten. Das bayernweit leistungsfähigste TEM seiner Art fördert die Zusammenarbeit der verschiedenen Fakultäten untereinander und hilft die herausragende Stellung der FAU Erlangen langfristig auszubauen.

V. Maier

Einige Impressionen von der feierlichen Einweihung am 30. April 2010:



Besichtigung des Titans mit Staatsminister für Wissenschaft und Kunst Dr. Heubisch (rechts) mit Prof. Spiecker, Rektor Prof. Grüske, Prof Peukert (von rechts)



Demonstration des TEM Titan im neuen Gebäude



Vortrag von Prof. Erdmann Spiecker



Festvortrag von Prof. Knut Urban vom Ernst Ruska-Centre für Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen / Forschungszentrum Jülich

Quelle-Fotos: EAM

Impressum

Herausgeber:
Department Werkstoffwissenschaften
Lehrstuhl I: Allgemeine Werkstoffeigenschaften
Universität Erlangen-Nürnberg
Martensstr. 5; 91058 Erlangen
v.i.S.d.P.: Prof. M. Göken

Redaktion: V. Maier