

Nanowelt in 3D

Nanoworld in 3D

Gerald Kothleitner

Ein detailliertes Verständnis vom atomaren Aufbau, der chemischen Zusammensetzung und den daraus resultierenden Materialeigenschaften ist das Um und Auf in der Erforschung und Anwendung neuartiger Materialien. Die Elektronenmikroskopie ist dabei ein essenzieller Grundpfeiler für den Erkenntnisgewinn und ermöglicht die umfassende Charakterisierung mit höchster Ortsauflösung in drei Dimensionen.

Atomare Defekte in halbleitenden und photonischen Materialien bestimmen deren optische und elektronische Eigenschaften, die gezielte Platzierung von Dotierstoffen entscheidet über die Leistung und Funktion von Transistoren oder spintronischen Bauteilen und Grenzflächenorientierungen sowie die Chemie metallischer Nanocluster definieren unter anderem deren katalytische Wirksamkeit. Der von Richard Feynman 1959 postulierten (Heraus-) Forderung, ein besseres Mikroskop zu bauen, mit dem man Atome identifizieren und deren Anordnung bestimmen kann, konnte erst in den letzten Jahren mit sogenannten aberrationskorrigierten Elektronenmikroskopen entsprochen werden. Dabei handelt es sich um extrem aufwendig konstruierte Geräte mit Linsensystemen, die Objektstrukturen kleiner als 100 Picometer auflösen können. Seit 2011 steht am Zentrum für Elektronenmikroskopie Graz (ZFE) weltweit eines der leistungsfähigsten Mikroskope (ASTEM, Austrian Scanning Transmission Electron Microscope) dieser Art für die Materialforschung zur Verfügung, das gemeinsam mit dem TU Graz-Institut für Elektronenmikroskopie und Nanoanalytik (FELMI) betrieben wird.

Elementspezifische Analytik – atomar aufgelöst

Mit geeigneten Detektionssystemen wie Röntgen- und Energieverlustspektrometern können auch analytische Informationen bereitgestellt werden. Die effiziente software- und hardwareseitige Implementierung dieser Techniken am ASTEM wurde in enger Kooperation mit der amerikanischen Firma Gatan über mehrere Jahre hinweg realisiert und >

Gaining detailed knowledge about atomic structure and chemical composition is paramount for a deeper understanding of the properties of matter and their potential applications in technology. Electron microscopy thus represents a key tool for the comprehensive characterization of materials at highest spatial resolution in three dimensions.

Atomic-scale defects already define electronic and optical properties of photonic and semiconducting materials, the location of dopant atoms determines the performance of silicon transistors and spintronic devices and the chemistry and orientation of surfaces and interfaces of metallic particles control their catalytic activity. Richard Feynman's challenge from 1959, to build a better microscope that allows for an identification of individual atoms in a chemical structure, could be tackled just recently with the realization of aberration-corrected electron microscopes. These sophisticatedly engineered systems consist of lens modules that can resolve object structures smaller than 100 picometer. The Center for Electron Microscopy (ZFE) Graz hosts one of these instruments (ASTEM, Austrian Scanning Transmission Electron Microscope) since 2011 and operates it together with the Institute for Electron Microscopy FELMI at the TU Graz. With its configuration it is one of the most capable and enabling devices for material research world-wide.

Elemental analysis at atomic scale

Element-specificity can be obtained with suitable detectors such as X-ray or electron energy-loss spectrometers (EELS) interfaced to the microscope. In order to properly incorporate and synchronize all physicochemical signals on the ASTEM, much effort went into the correct implementation of software and hardware. Tightly cooperating with the US company Gatan Inc. over many years, an efficient operating environment could be designed that carries the handwriting of the workgroup. With this unique configuration it was for the first time >



Gerald Kothleitner leitet die Arbeitsgruppe für analytische Transmissionselektronenmikroskopie am Institut für Elektronenmikroskopie und Nanoanalytik. Seine Forschungsarbeiten konzentrieren sich auf methodische Entwicklungen im Bereich der spektroskopischen Analytik sowie der Elektronentomographie und deren Anwendungen auf materialwissenschaftliche Fragestellungen.

Gerald Kothleitner is head of the working group for analytical transmission electron microscopy and electron tomography at the Institute of Electron Microscopy and Nanoanalysis. His research includes methodological developments for spectroscopic analysis and tomography and their application to problems in materials science.