

UNIVERSITÄT
**DUISBURG
ESSEN**

Offen im Denken

Interdisciplinary Center for Analytics on the Nanoscale (ICAN)

Ein Service von CENIDE | *Provided by CENIDE*

Funded by

DFG

Deutsche
Forschungsgemeinschaft
German Research Foundation



XPS

PHI 5000 Versaprobe II



SAM / EDS

PHI 710 / Bruker XFlash 6



TOF-SIMS

ION-TOF TOF.SIMS 5-100



Raman Spectrometer

RENOSHAW inVia

TEM

JEOL JEM-2200FS



AFM / SPM

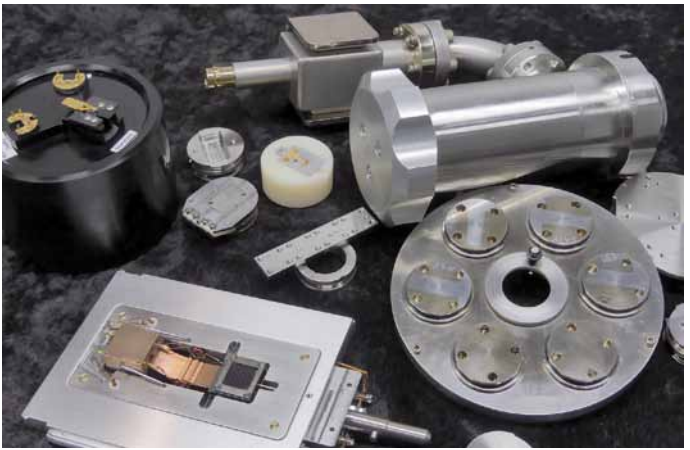
Bruker Dimension
Icon / FastScan



3D Optical Profiler

Senofar S neox

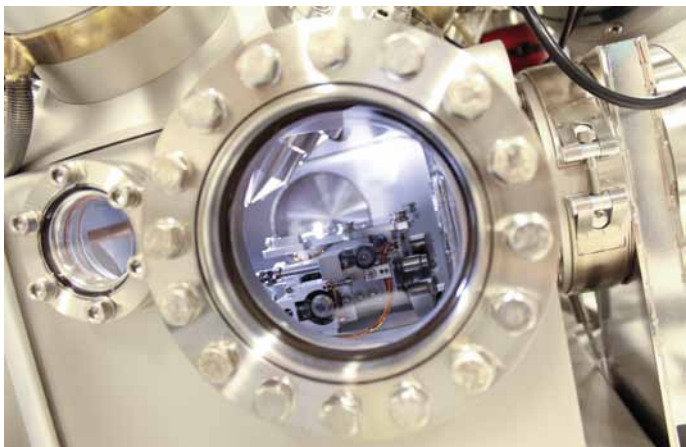




Inhalt

Content

- 02 | ICAN auf einen Blick | *A glance at ICAN*
- 04 | C_s -korrig. Transmissionselektronenmikroskop
05 | *C_s -corrected Transmission Electron Microscope*
- 06 | Raster-Augerelektronenmikroskop
07 | *Scanning Auger Electron Microscope*
- 08 | Energiedispersive Röntgenspektroskopie
09 | *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy*
- 10 | Rasterkraft- / Rastersondenmikroskop
11 | *Atomic Force / Scanning Probe Microscope*
- 12 | Flugzeit-Sekundärionen-Massenspektrometer
13 | *Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometer*
- 14 | Mikrofokus-Röntgenphotoelektronenspektrometer
15 | *Microfocus X-ray Photoelectron Spectrometer*
- 16 | Probenpräparation für die Elektronenmikroskopie
17 | *Sample Preparation for Electron Microscopy*
- 18 | Raman-Spektrometer
19 | *Raman Spectrometer*
- 20 | Optisches 3D-Profilometer
21 | *3D Optical Profiler*
- 22 | Ihre Ansprechpartner | *Contacts*
- 24 | Referenzen | *References*
Anfahrt | Directions



ICAN auf einen Blick

Wir analysieren für Sie Materialien und deren Eigenschaften auf der Nanometerskala mit Hilfe hochauflösender Mikroskopietechniken.

Das von der DFG geförderte Gerätezentrum ICAN bietet Ihnen als Wissenschaftler oder Industriepartner die Möglichkeit, Ihre Proben mit den jeweils bestgeeigneten Methoden von uns analysieren zu lassen (Servicebetrieb). Nutzer, die über eine entsprechende fachliche Eignung verfügen, können nach einer Einweisung selbst Messungen durchführen (Anwendungsbetrieb). Auf Wunsch unterstützen wir Sie bei der Auswahl der Methoden und der Interpretation der Ergebnisse.

Im Mittelpunkt von ICAN steht ein hochmodernes Mikroskopiezentrum im NanoEnergieTechnikZentrum (NETZ) am Campus Duisburg der Universität Duisburg-Essen. Hier stehen mehrere zueinander komplementäre Großgeräte zur strukturellen und chemischen Analyse von Nanomaterialien auf Längenskalen bis in den atomaren Bereich zur Verfügung.

Ergänzt werden die Methoden der Oberflächen- und Nanoanalytik durch zahlreiche Analysetechniken in den Arbeitsgruppen des Center for Nanointegration Duisburg-Essen (CENIDE), eines der bundesweit größten Forschungsnetzwerke im Bereich der Nanowissenschaften.



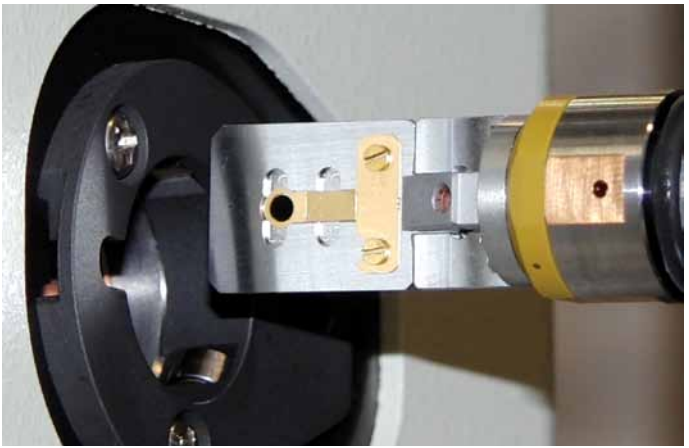
A glance at ICAN

We analyze materials and their properties on the nanometer scale using high-resolution microscopic techniques.

The DFG-funded Core Facility ICAN provides researchers and partners from industry the opportunity to analyze their samples with the best-suited methods (service operation). After a technical training, experienced users may carry out measurements themselves (user operation). On request, we assist in the choice of the analytical techniques, and the interpretation of the results.

At the core of ICAN lies a state-of-the-art microscopy center that is located in the NanoEnergieTechnikZentrum (NETZ) on the Duisburg campus of the University of Duisburg-Essen. Here, several complementary techniques for structural and chemical analysis on length scales down to the atomic level are available.

These methods for surface analysis and nanoanalysis are complemented by further analytical methods within the research groups of the Center for Nanointegration Duisburg-Essen (CENIDE), one of the Germany's largest nanoscience research networks.



C_s-korrigiertes Transmissionselektronenmikroskop

(JEOL JEM-2200FS, 80 kV / 200 kV)

Informationen über: Morphologie, Kristallstruktur, atomare Defekte, chemische Zusammensetzung und elektronische Struktur auf der Sub-Nanometerskala

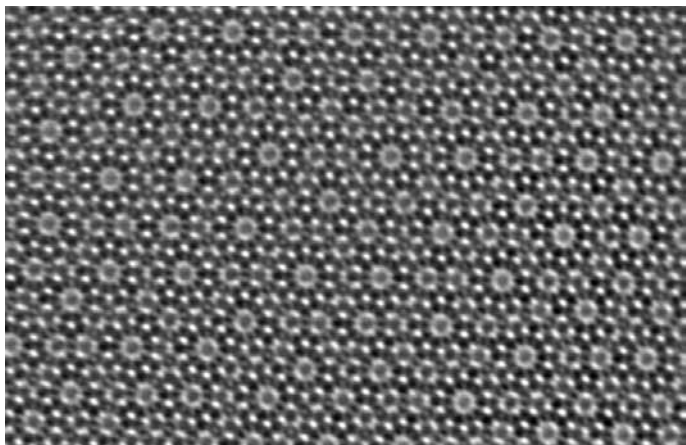
Materialien: anorganische Materialien, mit Einschränkungen auch organische Materialien, erfordert dünne / nanoskalige Proben: < 100 nm

Abbildungsmodi: TEM / HRTEM mit < 0,14 nm Auflösung, 2k x 2k Gatan Sensor, BF / HAADF STEM mit < 0,1 nm Auflösung

Analytisches TEM: EDS (Sub-Nanometer-Auflösung), EELS (~1 eV Auflösung), EFTEM (variable Spaltblende)

Beugung: SAED, CBED (energiegefiltert), NBED

Besonderheiten: C_s-Korrektor, Off-Axis Holographie, *in situ* Heizhalter (RT – 1200°C bei atomarer Auflösung), 360°-Tomographie



C_S-corrected Transmission Electron Microscope

(JEOL JEM-2200FS, 80 kV / 200 kV)

Attainable information: morphology, crystal structure, atomic defects, chemical composition and electronic structure on the sub-nanometer scale

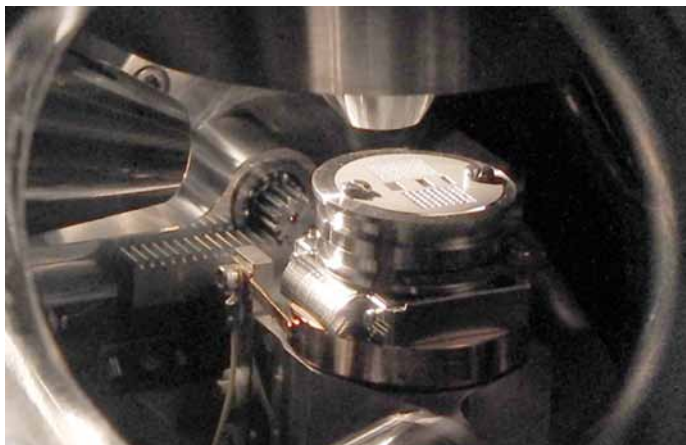
Materials: inorganic materials, restrictions apply to organic materials, requires thin samples / nano objects: < 100 nm

Imaging: TEM / HRTEM with < 0.14 nm resolution, 2k x 2k Gatan sensor, BF / HAADF STEM with < 0.1 nm resolution

Analytical TEM: EDS (sub-nanometer resolution), EELS (~1 eV resolution), EFTEM (variable slit aperture)

Diffraction: SAED, CBED (energy filtered), NBED

Special features: C_S corrector, off-axis holography, *in situ* heating (rt – 1200°C at atomic resolution), 360°-tomography



Raster-Augerelektronenmikroskop

(PHI 710)

Informationen über: chemische Zusammensetzung, in einzelnen Fällen auch die chemische Struktur und Bindungszustände im Nanometerbereich

Materialien: elektrisch leitende anorganische Materialien, mit Einschränkungen auch dielektrische und organische Materialien

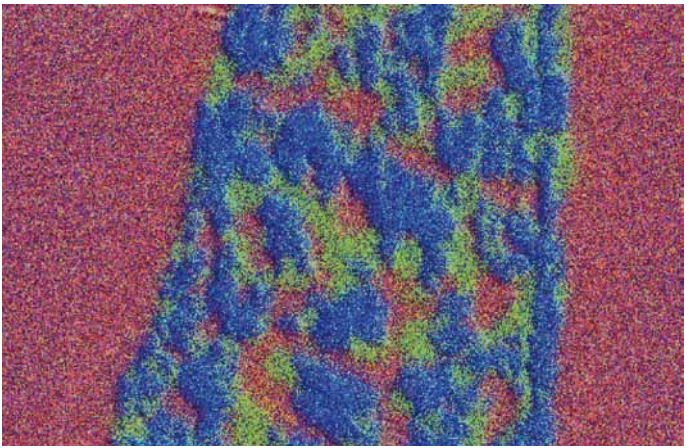
Empfindlichkeit: 0,1 Atom%,

Informationstiefe: 1 – 10 nm

Abbildung: SEM / SAM mit < 4 nm / < 8 nm lateraler Auflösung und 0,5 eV Energieauflösung, 4096 x 4096 Pixel bzw. 1024 x 1024 Pixel

Tiefenprofilierung: Ar⁺-Quelle, bis zu 1 nm vertikale Auflösung

Besonderheiten: Ar⁺-Quelle zur Ladungskompensation, Probenhalter für Messungen mit hoher Energieauflösung: $\Delta E/E = 0,1 - 0,5\%$, Probenrotation



Scanning Auger Electron Microscope

(PHI 710)

Attainable information: chemical composition, in some cases also chemical structure and binding states on the nanometer scale

Materials: conducting inorganic materials, with some restrictions also dielectric and organic materials

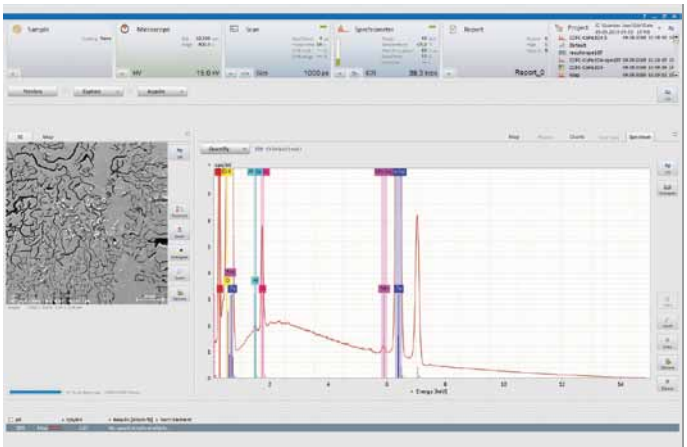
Sensitivity: 0.1 at.%

Sampling depth: 1 – 10 nm

Imaging: SEM / SAM with < 4 nm / < 8 nm lateral resolution and 0.5 eV energy resolution, 4096 x 4096 pixels / 1024 x 1024 pixels

Depth profiling: Ar⁺-source, up to 1 nm vertical resolution

Special features: Ar⁺-source for charge neutralization, high-energy-resolution sample holder: $\Delta E/E = 0.1 - 0.5\%$, sample rotation



Energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDS) am Raster-Augerelektronenmikroskop (SAM)

(Bruker XFlash 6110 SDD)

Informationen über: die chemische Volumenzusammensetzung im Mikrometerbereich

Materialien: elektrisch leitende anorganische Materialien, mit Einschränkungen auch an dielektrischen und organischen Materialien

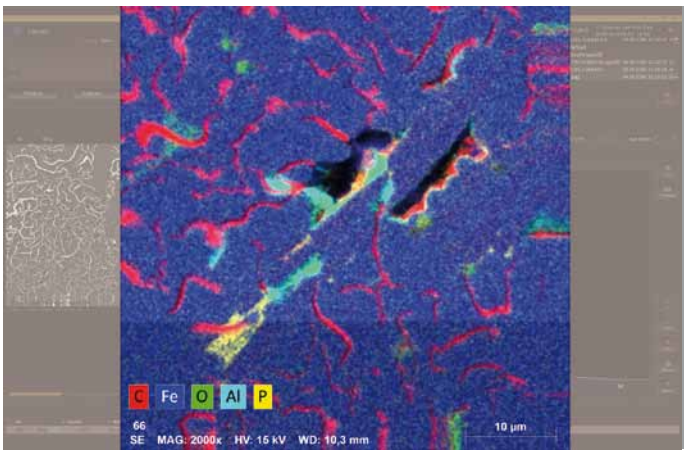
Empfindlichkeit: Elemente ab Bor, ab N ca. 0,1 Gew.%

Informationstiefe: 1 – 2 μm

Abbildung: wie SEM / SAM, EDS in Kombination mit dem Raster-Augerelektronenmikroskop

SSD (Silizium-Drift-detektor), Energieauflösung bei K_{α} :
 Mn < 126 eV, F < 62 eV, C < 53 eV FWHM

Besonderheit: Ar^+ -Quelle zur Ladungskompensation



Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS) at the Scanning Auger Electron Microscope (SAM)

(Bruker XFlash 6110 SDD)

Attainable information: chemical composition in the volume on the micrometer scale

Materials: conducting inorganic materials, with some restrictions also dielectric and organic materials

Sensitivity: Elements starting from Boron, from N up to 0.1 wt. %

Sampling depth: 1 – 2 μm

Imaging: like SEM / SAM, EDS in combination with the Scanning Auger Electron Microscope

SSD (Silicon Drift Detector), energy resolution at K_{α} :
Mn < 126 eV, F < 62 eV, C < 53 eV FWHM

Special feature: Ar^+ -source for charge neutralization



Rasterkraft- / Rastersondenmikroskop

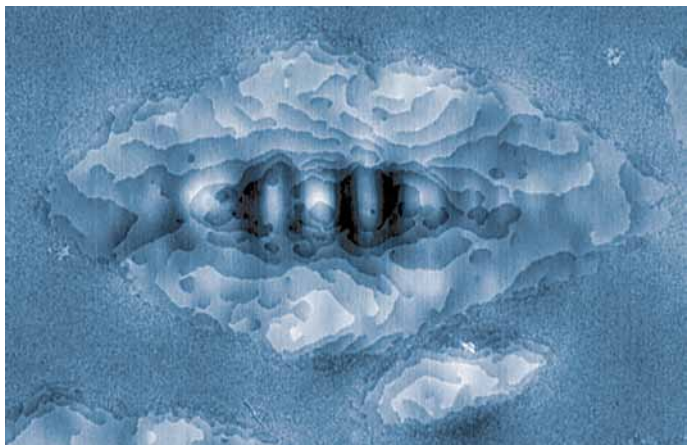
(Bruker Dimension Icon / Dimension FastScan)

Informationen über: Topographie, Größe und Höhe von Nanokomponenten, mechanische, chemische und elektronische / elektrische Eigenschaften auf der Nanometerskala

Materialien: anorganische und organische Materialien, beschränkt auf glatte Substrate

Abbildung: Topographie mit < 20 nm lateraler Auflösung und $< 0,1$ nm vertikaler Auflösung, Rasterbereich in XY: $90 \mu\text{m} \times 90 \mu\text{m}$, max. Z-Hub: $10 \mu\text{m}$, 5120×5120 Pixel, PeakForce TUNA, pcAFM, PeakForce KPFM, PeakForce SSRM, PeakForce QNM

Besonderheiten: FastScan zur Untersuchung von dynamischen Prozessen, Nanolithographie / -manipulation, Durchflusszelle für wässrige Medien und Gase, Heizen / Kühlen: $-35^\circ\text{C} - 250^\circ\text{C}$, motorisierte Probenpositionierung mit $3 \mu\text{m}$ Ortsauflösung



Atomic Force / Scanning Probe Microscope

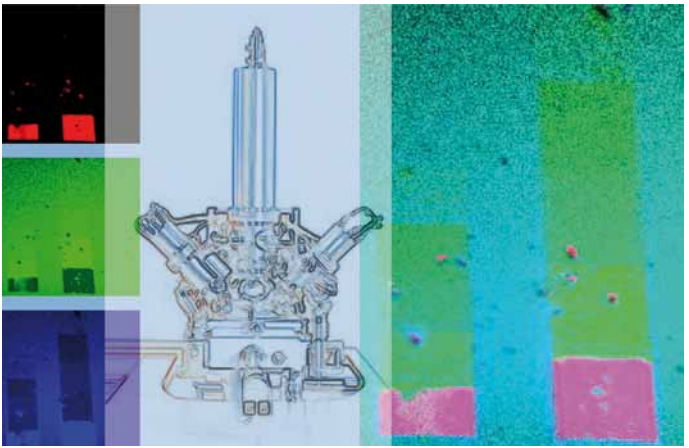
(Bruker Dimension Icon / Dimension FastScan)

Attainable information: topography, size and height of nanoobjects, mechanical, chemical and electronic / electrical properties on the nanometer scale

Materials: inorganic and organic materials, restricted to smooth substrates

Imaging: topography with < 20 nm lateral resolution and < 0.1 nm vertical resolution, scanning area in XY: $90\ \mu\text{m} \times 90\ \mu\text{m}$, max. Z-range: $10\ \mu\text{m}$, 5120×5120 pixels, PeakForce TUNA, pcAFM, PeakForce KPFM, PeakForce SSRM, PeakForce QNM

Special features: FastScan for investigation of dynamic processes, nanolithography / -manipulation, liquid / gas flow cell, heating / cooling: $-35^\circ\text{C} - 250^\circ\text{C}$, motorized sample stage with $3\ \mu\text{m}$ lateral resolution



Flugzeit-Sekundärionen-Massenspektrometer (ION-TOF TOF.SIMS 5-100)

Informationen über: chemische Zusammensetzung und Struktur auf der Mikrometer-Skala und darunter

Materialien: anorganische und organische Materialien, quantitative Analyse von Metallen und Halbleitern

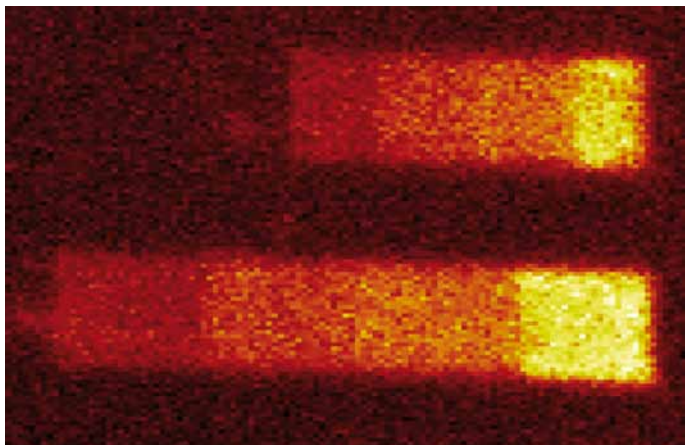
Empfindlichkeit, Informationstiefe: bis < 1 ppm, < 1 nm

Massenbereich und -auflösung (Spectrometry Mode):
 $M \geq 12\,000$, $M/\Delta M \geq 7\,000$ (bei Masse 29 u)

Abbildung (Fast Imaging): TOF-SIMS mit einer Ortsauflösung von ≤ 200 nm, bis zu 1024×1024 Pixel

Tiefenprofilierung: EI-Gas-Quelle (Xe^+ , O_2^+), thermische Ionenquelle (Cs^+), GCIB (Ar_n^+ , $n = 1000 - 10\,000$), vertikale Auflösung bis < 1 nm, FIB zur *in situ* Analyse von Querschnitten

Besonderheiten: EDR/MCs-Cluster Technologie zur quantitativen Analyse, Ladungsneutralisation, großflächige Oberflächenanalyse bis 9×9 cm², Kühlen/Heizen: $-150^\circ\text{C} - 600^\circ\text{C}$, Probenrotation zur Tiefenprofilierung



Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometer (ION-TOF TOF.SIMS 5-100)

Attainable information: chemical composition and structure on the micrometer scale and below

Materials: inorganic and organic materials, quantitative analysis of metals and semiconductors

Sensitivity, sampling depth: down to < 1 ppm, < 1 nm

Mass range and resolution (*Spectrometry Mode*):
 $M \geq 12\,000$, $M/\Delta M \geq 7\,000$ (at mass 29 u)

Imaging (*Fast Imaging*): TOF-SIMS at lateral resolution of ≤ 200 nm, up to 1024×1024 pixels

Depth profiling: EI gas source (Xe^+ , O_2^+), thermal ion source (Cs^+), GCIB (Ar_n^+ , $n = 1000 - 10\,000$), down to < 1 nm vertical resolution, FIB for *in situ* investigation of cross sections

Special features: EDR / MCs cluster technology for quantitative analysis, charge neutralization, cooling/heating: $-150^\circ\text{C} - 600^\circ\text{C}$, sample rotation for depth profiling



Mikrofokus-Röntgen-Photoelektronenspektrometer

(PHI 5000 Versaprobe II)

Informationen über: chemische Zusammensetzung (quantitativ), chemische Struktur und Bindungszustände im Mikrometerbereich

Materialien: anorganische and organische Materialien

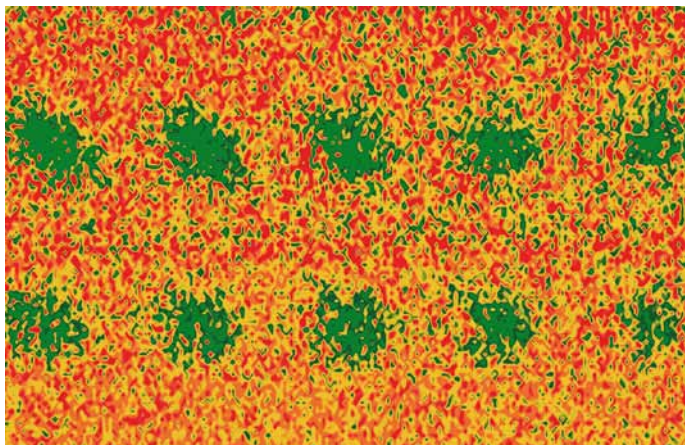
Empfindlichkeit: 0,1 – 1 Atom%,

Informationstiefe: 1 – 10 nm

Abbildung: SXI / XPS mit $< 10 \mu\text{m}$ lateraler Auflösung und $\leq 0,5 \text{ eV}$ Energieauflösung, 256 x 256 Pixel

Tiefenprofilierung: Ar^+ - Quelle, bis zu 1 nm vertikale Auflösung

Besonderheiten: winkelabhängiges XPS, He I und He II UV-Quelle für UPS, Mg/Zr-Röntgenquelle, Zweistrahl-Ladungskompensation für elektrisch isolierende Proben, Heizen / Kühlen: -120°C – 500°C , Probenrotation, 4-Kontakt Probenhalter für *in situ* Strommessungen, Metallverdampfer zur Probenpräparation (Mg, Ag, ...)



Microfocus X-ray Photoelectron Spectrometer

(PHI 5000 Versaprobe II)

Attainable information: chemical composition (quantitative), chemical structure and binding states in micrometer-sized areas

Materials: inorganic and organic materials

Sensitivity: 0.1 – 1 at. %

Sampling depth: 1 – 10 nm

Imaging: SXI / XPS with $< 10 \mu\text{m}$ lateral resolution and $\leq 0.5 \text{ eV}$ energy resolution, 256 x 256 pixels

Depth profiling: Ar^+ source, up to 1 nm vertical resolution

Special features: angle-dependent XPS, He I and He II UV source for UPS, Mg/Zr dual anode, dual beam charge compensation system for insulating samples, heating / cooling: $-120^\circ\text{C} - 500^\circ\text{C}$, sample rotation, 4-probe sample holder for *in situ* current measurements, metal evaporator for sample preparation (Mg, Ag, ...)



Probenpräparation für die Elektronenmikroskopie

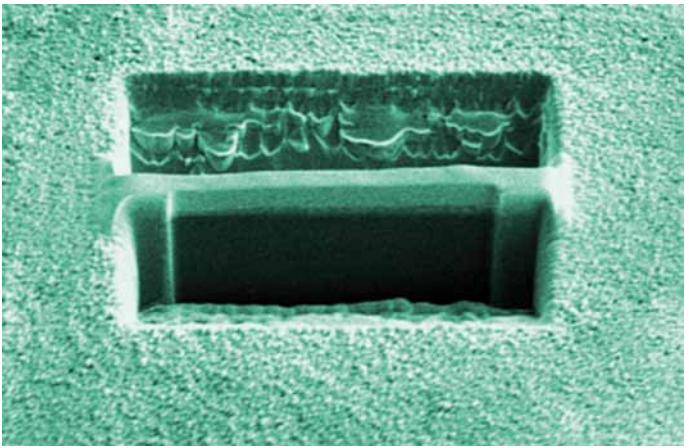
Trennen: Diamantdrahtsäge (Well, Model 3032-4), Präzisionstrennmaschine (Struers, Secotom-50)

Dünnen: Muldenschleifer (Gatan, Model 656), Elektrolytische Poliereinheit (Struers, TenuPol-5), Focused Ion Beam (FEI, Helios NanoLab 600), Ion Slicer (JEOL, EM-09100IS), Präzisionsionenpoliersystem (Gatan, PIPS II Pro), Ultrakryomikrotom (Leica, EM UC7 und EM FC7)

Polieren: Cross-Section Polisher (JEOL, IB-09010CP), Poliermaschine (PRESI, MINITECH 233)

Reinigen und Trocknen: Plasma Cleaner (Binder, TPS 316), Kritischer-Punkt-Trockner (Leica, EM CPD300), Gefriertrockner (CHRIST, ALPHA1-2 LD_{Plus})

Beschichten: Sputter Coater (Leica, EM ACE600), Focused Ion Beam (FEI, Helios NanoLab 600)



Sample Preparation for Electron Microscopy

Cutting: diamond wire saw (Well, model 3032-4), precision cut-off machine (Struers, Secotom-50)

Thinning: dimple grinder (Gatan, model 656), electrolytic polishing unit (Struers, TenuPol-5), focused ion beam (FEI, Helios NanoLab 600), ion slicer (JEOL, EM-09100IS), precision ion polishing system (Gatan, PIPS II Pro), ultra cryo microtome (Leica, EM UC7 and EM FC7)

Polishing: cross-section polisher (JEOL, IB-09010CP), polishing machine (PRESI, MINITECH 233)

Cleaning and drying: plasma cleaner (Binder, TPS 316), critical point dryer (Leica, EM CPD300), freeze dryer (CHRIST, ALPHA1-2 LD_{Plus})

Coating: sputter coater (Leica, EM ACE600), focused ion beam (FEI, Helios NanoLab 600)



Raman-Spektrometer

(RENISHAW inVia)

Informationen über: chemische Zusammensetzung, Kristallinität, 2D-Nanomaterialien, qualitativer und quantitativer Substanznachweis

Materialien: anorganische and organische Materialien, Flüssigkeiten

Verfügbare Wellenlängen: 532 nm / 633 nm

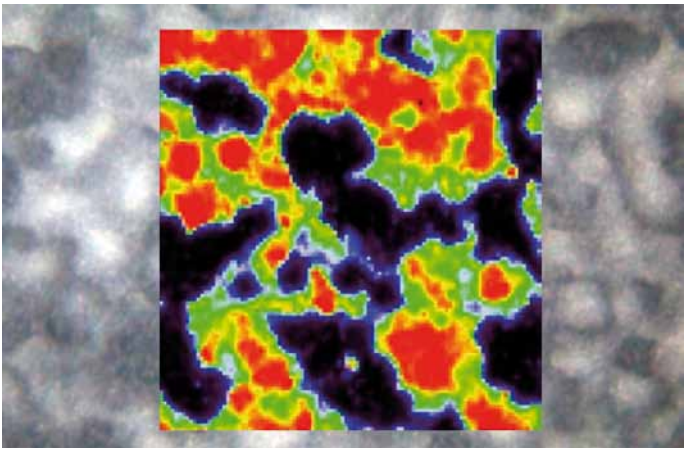
Objektive: 5x, 10x, 20x, 100x

Min. Spotdurchmesser: ca. 1 μm

Informationstiefe: $< 2,5 \mu\text{m}$ im Konfokalmodus

Spektrale Auflösung: bis zu $< 1 \text{ cm}^{-1}$

Besonderheiten: SynchroScan: kontinuierliche Aufnahme von Spektren ohne Zerstückelung von Spektrenabschnitten durch drehen des Gitters



Raman Spectrometer

(RENISHAW inVia)

Attainable information: chemical composition, crystallinity, 2D-nanomaterials, qualitative and quantitative identification of substances

Materials: inorganic and organic materials, liquids

Available wavelengths: 532 nm / 633 nm

Objective lenses: 5x, 10x, 20x, 100x

Min. spot size: ~ 1 μm

Sampling depth: < 2.5 μm for confocal mode

Spectral resolution: down to < 1 cm^{-1}

Special features: SynchroScan: continuous collection of spectra without fragmenting due to parallel rotation of the grating



Optisches 3D-Profilometer

(Sensofar S neox)

Informationen über: Topographie (3D: lateral & Höhe)

Materialien: feste Materialien mit einer nutzbaren Probengröße von 114 mm x 75 mm x 40 mm (L x B x H)

Messtechniken: konfokale Messung, Fokusvariation, Interferometrie (PSI, CSI), Reflektometrie (Dünnschicht)

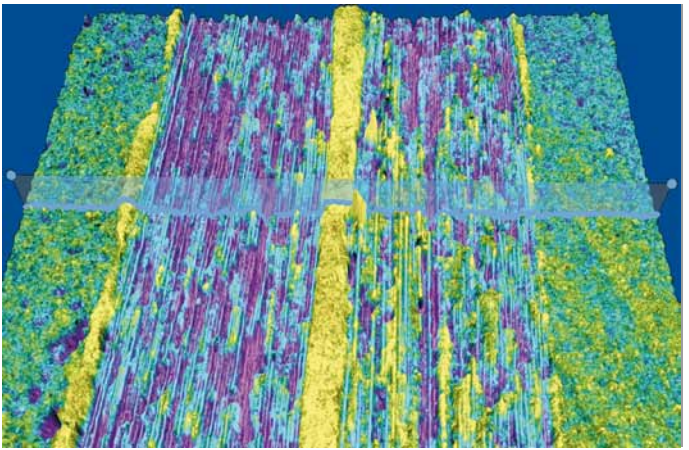
Verwendete Wellenlängen (LED): rot (630 nm), grün (530 nm), blau (460 nm) und weiß

Objektive: Auflicht-Hellfeld: 2,5x, 5x, 10x, 20x, 50x;
Interferometrie: 10x, 50x

Optische Auflösung: lateral bis zu 250 nm, vertikal bis zu 1 nm, abhängig vom verwendeten Objektiv, der Messtechnik und der Probe

Abbildung: hochauflösende Kamera (2442 x 2048 Pixel)

Besonderheiten: keine beweglichen Bauteile, differentieller Interferenzkontrast (DIK)



3D Optical Profiler

(Sensofar S neox)

Attainable information: topography (3D: lateral & height)

Materials: solid materials with a usable sample size of 114 mm x 75 mm x 40 mm (L x W x H)

Measurement techniques: confocal measurement, focus variation, interferometry (PSI, CSI), reflectometry (thin film)

Available wavelengths (LED): red (630 nm), green (530 nm), blue (460 nm), and white

Objective lenses: brightfield: 2.5x, 5x, 10x, 20x, 50x; interferometry: 10x, 50x

Optical resolution: laterally up to 250 nm, vertical up to 1 nm, depending on the objective used, the measurement technique and the sample

Imaging: high-resolution camera (2442 x 2048 pixels)

Special features: no moving parts, differential interference contrast (DIC)



Ihre Ansprechpartner

Contacts



**Prof. Dr. Frank-J.
Meyer zu Heringdorf**
Wissenschaftlicher Direktor

NETZ: Raum U1.17
+ 49 (0) 203 37-98041
Campus Duisburg: Raum MF 266
+ 49 (0) 203 37-91465
meyerzh@uni-due.de



Marcel Wienand
Assistenz

NETZ: Raum U1.16
+ 49 (0) 203 37-98038
marcel.wienand@uni-due.de



Thai Binh Nguyen
Probenpräparation, TEM

NETZ: Raum U1.13
+ 49 (0) 203 37-98032
thai.nguyen@uni-due.de



Prof. Dr. Nils Hartmann
TOF-SIMS

NETZ: Raum U1.13
+ 49 (0) 203 37-98033
nils.hartmann@uni-due.de



Ihre Ansprechpartner

Contacts



Dr. Ulrich Hagemann
XPS, SAM, EDS

NETZ: Raum U1.15

+ 49 (0) 203 37-98035
ulrich.hagemann@uni-due.de



Dr.-Ing. Steffen Franzka
AFM, SPM

NETZ: Raum U1.14

+ 49 (0) 203 37-98031
steffen.franzka@uni-due.de



Dr. Markus Heidelmann
TEM, EDX, EELS

NETZ: Raum U1.15

+ 49 (0) 203 37-98037
markus.heidelmann@uni-due.de

Ausgerüstet mit Geräten von | *Powered by tools from:*



Referenzen | *References:*



Förderung durch den Bund, das Land NRW und die DFG.

Funding by federal government, federal state of NRW, and the German Research Foundation.



Impressum

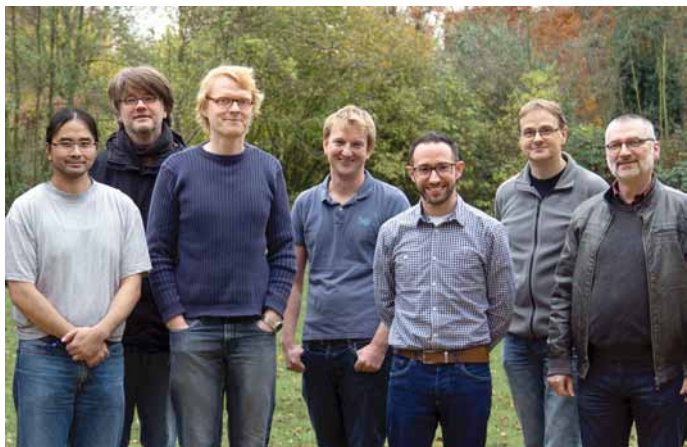
Imprint

Center for Nanointegration Duisburg-Essen (CENIDE)
NanoEnergieTechnikZentrum (NETZ)
Universität Duisburg-Essen
Carl-Benz-Straße 199 | 47057 Duisburg

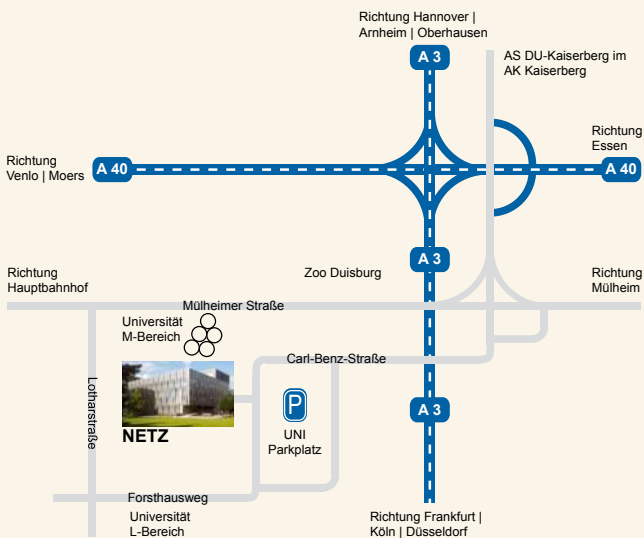
cenide@uni-due.de | www.cenide.de
www.facebook.com/CenterForNanointegration

**Interdisciplinary Center for Analytics
on the Nanoscale (ICAN)**
NanoEnergieTechnikZentrum (NETZ)
Universität Duisburg-Essen
Carl-Benz-Straße 199 | 47057 Duisburg

ican@uni-due.de | www.cenide.de/ican



Anfahrt Directions



**Interdisciplinary Center for Analytics
on the Nanoscale (ICAN)
NanoEnergyTechnikZentrum (NETZ)
Universität Duisburg-Essen**

Carl-Benz-Straße 199 | 47057 Duisburg

ican@uni-due.de | www.cenide.de/ican