

## Neues Labor für das Ernst-Ruska-Zentrum im Forschungszentrum Jülich

Am 29. September 2011 wurde der Laborneubau des Ernst-Ruska-Zentrums im Forschungszentrum Jülich feierlich an den Nutzer übergeben. In seinem Labor betreiben das Forschungszentrum und die RWTH Aachen ein chromatisch und sphärisch korrigiertes höchstauflösendes UHRTEM-Elektronenmikroskop, in der Fachwelt bekannt als PICO. Die Gebäudeplanungen erfolgten durch die pbr AG, wobei KÖTTER Consulting Engineers KG (KCE) die Beratung für den Bereich Schall- und Schwingungen übernahm.

Kern des Erweiterungsbaus ist ein UHRTEM- Spezialmikroskop, mit dem atomare Strukturen analysiert werden. Die Abkürzung „UHRTEM“ steht für Ultra-High-Resolution-Transmission-Electron-Microscope. Die Auflösung des neuen, einzigartigen Mikroskopes in Jülich liegt im Sub-Ångströmbereich und beträgt  $0,5 \text{ \AA}$  – das sind 10-10 m. Zum Vergleich: das kleinste Atom ist Wasserstoff und hat die Abmessung von etwa  $1 \text{ \AA}$ . Das ist eine außerordentlich kleine Abmessung. Um diese Strukturen auflösen zu können, sind besondere Techniken erforderlich. In dem Mikroskop werden mit hoher Spannung Elektronen in einem Hochvakuum beschleunigt und mit einem elektrischen, speziell korrigierten Linsensystem auf eine ultradünne Probe gelenkt. Die Abbildung der Atomanordnung in kristallinen Objekten beruht auf einem Phasenkontrast, bei dem die Kohärenz der Elektronenwelle genutzt wird. Das Funktionsprinzip des High-End-Mikroskops erscheint auf den ersten Blick zwar relativ einfach – die Tücke steckt jedoch im Detail. Es bestehen eine Reihe äußerer Einflüsse, die den Elektronenstrahl ungewollt ablenken. Damit die Auflösung des Mikroskops im Sub-Angström-Bereich nicht leidet, hat der Hersteller des Mikroskops Randbedingungen gestellt, die am Aufstellort erfüllt sein müssen.

Die Anforderungen sind so vielfältig und hoch, dass man eher sagen kann: kein Einfluss von Außen! Nun befindet sich das Ernst-Ruska-Zentrum nicht in einer ruhigen Einöde fernab jeglicher Zivilisation, sondern mitten in einem lebhaften Forschungs- und Wissenschaftszentrum mit komplexer Infrastruktur. Die Folge sind vielfältige Einflüsse wie Lärm, Schwingungen, Strahlung etc., die mittels technischer und baulicher Maßnahmen vom Mikroskop abzuschirmen sind. Auszugsweise sind hier einige Punkte beschrieben, die bei der Planung und dem Bau zu beachten sind:

- Der Elektronenstrahl des Mikroskops reagiert besonders empfindlich auf elektrische Felder. Genau das ist beabsichtigt, wenn er gerichtet und mittels spezieller elektrischer Linsen gebündelt werden soll. Allerdings wird er unkontrolliert abgelenkt, wenn elektrische Felder von außen auf ihn einwirken. Diese Störungen gilt es zu minimieren. Daher sind die Räumlichkeiten mit einer hochwirksamen Abschirmung ausgestattet. In der Laborumgebung sind alle verwendeten Materialien aus nicht ferromagnetischen Materialien – sogar die Armierung des Stahlbetons besteht aus Edelstahl.
- Des weiteren muss das Mikroskop absolut ruhig stehen. Wird das Mikroskop gegenüber dem Erdmagnetfeld bewegt – das kann durch Schwingungen ausgelöst werden – entstehen Relativbewegungen zwischen dem Elektronenstrahl und des Erdmagnetfeldes. Oder das Erdmagnetfeld wird zeitweilig gestört. Schon das Bewegen eines Stuhles aus ferromagnetischem Stahl führt in der Nähe des Mikroskops zu einer Ablenkung des Erdmagnetfeldes. Rückstellende Kräfte wirken nach – die Folge ist eine ungewollte Ablenkung des Elektronenstrahls. Auch wenn die Belichtungszeit nur wenige Sekunden währt, werden die Bilder hierdurch weniger scharf.

## TECHNISCHE AKUSTIK

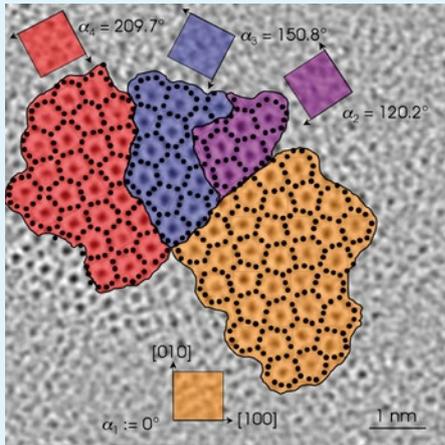
- Ungewollte Bewegungen des Mikroskops werden zum Beispiel auch durch Luftschall angeregt. Luftschall ist eine dynamische Druckschwankung, die auf die Oberflächen des Mikroskops wirkt und eine Kraft ausübt, das Mikroskop minimal bewegt. Um Störschall zu minimieren, wurde eine zweischalige, akustisch optimierte Kabine inklusive der entsprechenden Türen konstruiert.
- Der viel größere Aufwand zur Schwingungsabwehr äußerer Schwingungen ist allerdings am Fundament zu finden. Zum Beginn der ersten Planungen erfolgten vor Ort Erschütterungsmessungen. Die Analysen ergaben, dass nicht nur die Stoßkanten der Betonplattenstraßen Schwingungen durch PKW und LKW Verkehr erzeugen, sondern auch der wenige Kilometer entfernte Braunkohletagebau mit den gewaltigen Baggern niederfrequente Erschütterungen erzeugt, die über diesen Abstand noch am Aufstellort auf das Mikroskop einwirken. Daher wurde das Mikroskop auf einer luftgefederten, 100 Tonnen schweren, seismischen Masse mit einer Abstimmfrequenz von  $f = 0,5$  Hz gelagert. Sie wurde besonders niedrig gewählt, um die technisch machbare und hochwertigste Isolierung gegenüber von außen einwirkenden Erschütterungen herzustellen.

Zu erwähnen ist noch die besonders turbulenzarme Be- und Entlüftung des Untersuchungsraumes, für den eine aufwändige Strömungssimulation durchgeführt wurde. Auch kleinste Luftwirbel bewegen das Mikroskop.

Das KCE Fazit: bei der Planung und Umsetzung dieses Projektes wurde in mehreren Bereichen technisches Neuland betreten und die Grenze der technischen Machbarkeit bei gleichzeitig enormem Kostendruck erreicht. Das ist ein Ergebnis vieler konstruktiver Gespräche und kreativer Lösungen. Das gilt für das Zusammenspiel der beteiligten Gewerke.

Aus Sicht von KCE ist das neue Laborgebäude nicht nur ein „Haus“ mit Fenstern, Dach und Türen. Es bildet mit seinen vielen besonderen Eigenschaften eine „Einheit“ mit dem Mikroskop. Dieses für die Wissenschaft herausragende Projekt wurde durch finanzielle Unterstützung von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, dem Bundesministerium für Bildung und Forschung, dem Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen ermöglicht. Der Namensgeber des Instituts ist Ernst Ruska – er hat 1938 das Elektronenmikroskop erfunden und erhielt wegen seiner herausragenden Verdienste in der Wissenschaft 1986 den Nobelpreis für Physik. Verschiedene Redner aus Forschung und Wissenschaft betonten während der Eröffnungsfeierlichkeiten die internationale Bedeutung dieses Instituts – vielleicht wird bald der nächste Physik-Nobelpreis Forschern aus Jülich verliehen ... Die Inbetriebnahme des Mikroskops läuft – es gibt erste scharfe Bilder.

TECHNISCHE AKUSTIK



Darstellung atomarer Strukturen



Der Laborneubau



Das Pico-Mikroskop



Das 100 Tonnen Fundament



**Kontakt:**

Dipl.-Ing. Patrick Waning  
Telefon: +49 5971 9710-27  
p.waning@koetter-consulting.com