

Faktenblatt – zum SALVE Umzug am 28.9.2017

Willkommen zuhause! Das SALVE-Mikroskop zieht an die Uni Ulm

Am Donnerstag, den 28. September, kommt das SALVE-Mikroskop endlich an seinen Bestimmungsort und findet im gerade rechtzeitig fertiggestellten SALVE-Mikroskopgebäude auf dem oberen Eselsberg sein Zuhause. Pünktlich zum Abschluss der Baumaßnahme wird das über vier Meter hohe und tonnenschwere Gerät mit dem LKW von Heidelberg über Stuttgart nach Ulm transportiert. Seit der offiziellen Ab- und Inbetriebnahme Ende April letzten Jahres steht **das weltweit erste zweifach fehlerkorrigierte Niederspannungstransmissionselektronenmikroskop**, so die korrekte Bezeichnung, in einem von der Uni angemieteten Spezialraum bei der Heidelberger Firma CEOS, die neben der Uni Ulm und der Firma FEI an der Konstruktion maßgeblich mitbeteiligt war. Von dort aus wurde es nun auf die Reise in seine Heimat-Uni geschickt. Für die Wissenschaftler nicht nur ein Riesengrund zur Freude, sondern auch eine große Erleichterung, können sie jetzt das Gerät endlich vor Ort nutzen.

- **Was verbirgt sich hinter dem Begriff „SALVE-Mikroskop“?** Ein zweifach fehlerkorrigiertes Niederspannungs-Transmissionselektronenmikroskop, und zwar das weltweit erste und derzeit einzige seiner Art! Damit können strahlempfindliche Materialien auf atomarer und subatomarer Ebene schonend untersucht werden;
- **Wofür steht SALVE?** Die Abkürzung steht für „Sub-Ångström Low Voltage Electron microscopy“ und ist ein Akronym für eine seit 2009 laufende Forschungsinitiative der Universität Ulm zur Entwicklung einer besonders materialschonenden Technologie zur atomar auflösenden elektronenmikroskopischen Abbildung;
- **Was kann das SALVE-Mikroskop?** Es liefert atomare Einblicke in die Welt der Materie: Atomare und subatomare Strukturen im Pikometer-Bereich können sichtbar gemacht werden (ein Pikometer entspricht einem Milliardstel Millimeter). Mit den höchstauflösenden Geräten der neuen Generation lassen sich sogar atomare Verschiebungen kleiner als ein Zehntel eines Atomradius beobachten. Man kann damit also nicht nur einzelne Atome, sondern auch deren Bewegungen und Interaktionen mit nie gekannter Präzision sichtbar machen;
- **Warum wurde es gebaut?** Um strahlempfindliches Material zu untersuchen (2D-Materialien oder auch einzelne Biomoleküle), die bei hoher Spannung Strahlenschäden davon tragen oder gar zerstört werden. SALVE arbeitet mit vergleichsweise niedriger Spannung im Bereich zwischen 20 kV bis 80 kV. Herkömmliche Geräte arbeiten mit einer Spannung zwischen 80 kV und 300 kV. Durch die hohe Energie der Elektronen kommt es dann bei vielen Materialien vor, dass Atome aus ihrer Struktur „herausgeschlagen“ werden; mit dem Niederspannungs-TEM lassen sich solche Schäden vermeiden;
- **Worin bestand die Herausforderung?** Bei Niederspannungs-TEM kommt es zusätzlich zu den Öffnungsfehlern (sphärische Aberrationen) zu Farbfehlern (chromatische Aberrationen), die die Bildqualität massiv beeinträchtigen;
- **Was ist das Besondere an SALVE?** Das SALVE-Gerät ist mit einem Korrektorsystem ausgestattet, der nicht nur den Öffnungsfehler sondern auch erstmals im Niederspannungsbereich gleichzeitig den Farbfehler beseitigt. Entwickelt und gebaut wurde dieses System von der Firma CEOS GmbH unter der Leitung von Professor Maximilian Haider, der die Firma zur Herstellung von elektronenoptischen Korrektorsystemen 1996 gegründet hat. Entwicklungsgrundlage war das theoretische Konzept von Professor Harald Rose (Seniorprofessor an der Uni Ulm).
- **Wie funktioniert das?** Das C_c / C_s -Korrektorsystem wirkt wie eine „Brille“ für „fehlsichtige“ Elektronenlinsen: zur Korrektur der Öffnungsfehler (sphärische Aberration) werden magnetische Multipole eingesetzt, diese werden mit elektrostatischen Multipolen zur Farbfehlerkorrektur (chromatische Aberration) überlagert;

- **Wofür wird das SALVE-Mikroskop in der Forschung eingesetzt?** Ein Hauptschwerpunkt umfasst die Untersuchung der großen Klasse der neuartigen zweidimensionalen Materialien wie beispielsweise Graphen. Diese weisen völlig neue physikalische Eigenschaften auf und können beispielsweise in der Sensorik, der Optoelektronik (Laser, LED etc.) oder dem Quantencomputing eingesetzt werden. Im Bereich der Batterieforschung hilft das SALVE-Gerät dabei, neue Energiespeichermaterialien (z.B. Lithium-Verbindungen) zu analysieren und elektrochemische Prozesse auf atomarer Ebene sichtbar zu machen. Aber auch einzelne Biomoleküle wie Proteine sollen damit auf Struktur und Aufbau untersucht werden. Ein weiteres Forschungsgebiet ist die Synthese und Nanostrukturierung von Hybrid-Materialien aus organischen Biomolekülen und anorganischen Materialien.
- **Wer hat das Gerät entwickelt?** Das Gerät und die Mikroskopie wurden von Wissenschaftlern der Universität mit Mikroskopie-Spezialisten aus der Wirtschaft im Rahmen der Forschungsinitiative der Universität Ulm (SALVE) realisiert.
- **Wer waren die Projektpartner der Universität Ulm?** Die Heidelberger Firma CEOS GmbH (Spezialist für elektronenoptische Korrektorsysteme) und das amerikanisch-niederländische Unternehmen FEI (weltweit führender TEM-Hersteller; jetzt aufgegangen in der Firma Thermo Fisher Scientific), sowie als Gründungspartner die Firma ZEISS (bis 2014);
- **Wie hoch sind die Kosten?** Die Gesamtkosten für die Entwicklung und Konstruktion des Gerätes belaufen sich auf rund **10,6 Millionen Euro**.
- **Wer hat das Projekt finanziert?** Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat mit 5,3 Millionen Euro gut die Hälfte finanziert. Das Land Baden-Württemberg hat 3,8 Millionen Euro in das Projekt investiert.
- **Gibt es weitere Unterstützer?** Gefördert wurde das SALVE-Projekt auch von der Carl Zeiss Stiftung, die an der Universität Ulm die Einrichtung einer Stiftungsprofessur für Elektronen- und Ionen-Mikroskopie sowie eine Senioregastprofessur (Prof. Harald Rose) finanziert hat. Die Universität Ulm hat das Projekt über den gesamten Zeitraum stark unterstützt.
- **Wer ist verantwortlich für das SALVE-Projekt?** Projektleiterin ist Professorin Ute Kaiser, die an der Universität Ulm die Abteilung Materialwissenschaftliche Elektronenmikroskopie leitet; E-Mail: ute.kaiser@uni-ulm.de; Tel.: 0731 / 50 22950;

Text: Andrea Weber-Tuckermann in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Ute Kaiser und Dr. Johannes Biskupek