

## X-rayColorMicroscope

Innovation in micro- and nano-materials science: x-ray color camera microscope for chemical imaging and 3D structure

<b>Programm / Ausschreibung</b>	F&E Infrastruktur, F&E Infrastruktur, F&E Infrastruktur 1. Ausschreibung	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.05.2017	<b>Projektende</b>	30.04.2022
<b>Zeitraum</b>	2017 - 2022	<b>Projektlaufzeit</b>	60 Monate
<b>Keywords</b>	microscope, x-ray, color camera, fluorescence imaging, diffraction		

### Projektbeschreibung

In diesem Projekt soll ein neuartiges Röntgenmikroskop mit einer Röntgen-„Farbkamera“ erworben und aufgebaut werden, das erstmals die Kombination von Vollbild-Imaging der chemischen Zusammensetzung und 3D Kristallstrukturanalyse von Materialien mit Mikrometereauflösung ermöglicht. Von besonderem Interesse ist diese Methode für strukturell und chemisch inhomogene Materialien. Das Einsatzgebiet reicht von biologischen Systemen (biomineralisierte Gewebe, Selbstorganisationsprozesse), der zerstörungsfreien Untersuchung von Kunstgegenständen über Dünnschnitttechnologie bis zur industriellen Materialforschung (Nanoverbundwerkstoffe, nanokristalline Metall-Legierungen etc.).

Im Gegensatz zu herkömmlichen Methoden erlaubt das Röntgen-Farbkamera-Mikroskop schnelles Imaging und zusätzlich 3D-Information. Im Imaging Modus kann ein Bild der chemischen Elementzusammensetzung mit Einfachbelichtung (Röntgenfluoreszenz-Vollbild) anstatt zeitraubender Rastertechniken hergestellt werden. Im Beugungsmodus mit fokussiertem Strahl liefert das Gerät an jedem beleuchteten Punkt 3D-Information über die Kristallstruktur. In einem neuartigen Verfahren kann aus den Röntgen"farben" Information über die 3. räumliche Dimension gewonnen werden. Ermöglicht wird dies durch das Herzstück des Gerätes: eine energieauflösende Röntgen-Flächenbildkamera. Das Prinzip ähnelt einer digitalen Farbkamera für sichtbares Licht. Allerdings ist die Technologie für die Detektierung und Unterscheidung von unterschiedlichen Wellenlängen („Farben“) für Röntgenlicht eine wesentlich größere Herausforderung und wird erst seit wenigen Jahren und weltweit für einige wenige Geräte angewendet.

Das Projekt zielt darauf ab, eine solche Kamera käuflich zu erwerben und zusammen mit einer weißen Röntgenlichtquelle und passenden Röntgenoptik in ein momentan international einzigartiges Röntgen-Farbkamera-Mikroskop zu verbauen.

Das Projekt ist eine Kooperation der Universität für Bodenkultur (BOKU Wien) und der Technischen Universität Wien (TU-Wien). An beiden Universitäten besteht ausgezeichnete Expertise in Mikroskopietechniken und Röntgenstrukturanalyse, sowie moderne Infrastrukturen, an die das Projekt andockt (Imaging Center der BOKU, Nanostrukturforschungslabor am Institut für Physik und Materialwissenschaft BOKU und Röntgenzentrum der TU-Wien). Großes Interesse besteht seitens von anderen Universitäten und Unternehmen. Das Projekt wird von der Berndorf Stiftung, die aus der Berndorf AG

hervorgegangen ist, mit finanziert.

Das Röntgen-Farbkamera-Mikroskop ist ein höchst innovatives Forschungsgerät, das durch die höhere Durchdringung mit Röntgenlicht im Vergleich zu sichtbarem Licht völlig neue Möglichkeiten eröffnet, in einem weiten Bereich von industrieller Materialforschung bis Biologie und Cultural Heritage. Dies wird den Universitäten im Wiener Raum einen beachtlichen wissenschaftlichen Vorsprung verschaffen, sowie durch Innovation den Wirtschaftsstandort Österreich stärken.

## **Abstract**

In this project a new type of x-ray microscope with an x-ray "color" camera shall be procured and set up. It will allow for the first time the combination of full-field imaging of the chemical composition and 3D crystallographic analysis of materials with micrometer resolution. This method is of special interest for structurally and chemically inhomogeneous material. The areas of application range from biological systems (biomineralized tissues, self-assembly processes), the non-destructive study of art objects and thin film technology to industrial materials science (nanocomposite materials, nanocrystalline metal alloys etc.)

In contrast to conventional methods, the x-ray color camera microscope allows fast imaging and additional 3D information. In the imaging mode, a picture of the chemical element composition of the sample can be obtained by a single exposure (x-ray fluorescence full-field image) instead of time consuming raster techniques. In the diffraction mode, with a focused beam, the equipment delivers 3D information about the crystal structure at every illuminated point. Using a very recently established procedure, information about the 3rd dimension can be gained from the x-ray "colors". This is made possible by the central part of the equipment: an energy dispersive x-ray area camera. The principle is similar to a color camera for visible light. The technology for detection and discrimination between different wavelengths (colors), however, is a much greater challenge for x-rays than for light and is only used since a few years and for a few cameras of this type worldwide.

The project aims at purchasing such a camera and combining it with a white x-ray source and suitable x-ray optics into an internationally unique x-ray color camera microscope.

The project is a cooperation of the University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU Wien) and the Vienna University of Technology (TU-Wien). Both universities have outstanding expertise in microscopy techniques and x-ray structure analysis. They also exhibit state of the art infrastructure this project is linked to (Imaging Center of BOKU, nanostructure research laboratory at the Institute of Physics and Materials Science BOKU and the X-ray Center of TU-Wien). There is also great interest from other universities and companies. Part of the project shall be funded by the Berndorf Privatstiftung, a private foundation emerging from the Berndorf AG.

The x-ray color camera microscope is an extremely innovative research instrument which opens up completely new possibilities due to the higher transmission of x-rays in comparison to visible light, in a wide range from industrial materials research to biology and cultural heritage. By making the x-ray color camera technology available in Austria, it will put the universities in the Vienna area in a leading position in the above disciplines and advance the economy in Austria through innovation.

## **Projektkoordinator**

- Universität für Bodenkultur Wien

## **Projektpartner**

- Technische Universität Wien