

Hochauflösendes Rasterelektronenmikroskop (REM)

Meßbare Größen. Topographie der Oberfläche, Chemische Zusammensetzung (Elementanalyse EDX), Orientierung von Kristalliten (EBSD)

Auflösung: max. 1,2 nm

Vergrößerung: 20- bis 900 000- fach

Das LEO 1550 ist ein höchstaflösendes analytisches Rasterelektronenmikroskop der neuen 1500-Serie von Zeiss-LEO mit einem EDX –System (*Energy-Dispersive X-Ray*) und EBSD (*Electron Backscattered Diffraction*)-System der Fa. Oxford Instruments GmbH.

Optimale **Abbildungsmöglichkeiten** des Mikroskopes werden durch folgende Hardwarekomponenten des REMs bestimmt:

- Feldemissionskathode stellt eine fast ideal punktförmige Elektronenquelle dar mit einer hohen Stromdichte und Stabilität (besser als 0.5% pro Stunde), was auch für die Elementanalytik sehr wichtig ist.
- Das verbesserte Linsensystem kombiniert mit dem innovativen In-Lens-Detektor für sekundäre Elektronen ermöglicht eine ultrahochauflösende Oberflächendarstellung auch mit niedrigeren Beschleunigungsspannungen im Bereich von 100 V bis 30 kV, daher ist eine problemlose Abbildung von Halbleitern und Isolatoren sowie empfindlichen Proben (z.B. Photolack) meistens ohne Bespatterung möglich. Die laterale Auflösung des Gerätes ist **1.2 nm** bei 20 kV, **2.1 nm** bei 1 kV und **5.0 nm** bei 0.2 kV Beschleunigungsspannung, Vergrößerungsbereich: **20-900 000**.
- Zwei Detektoren für rückgestreute Elektronen liefern Elementkontrast und ermöglichen u.a. eine kontrastreiche Darstellung von Inhomogenitäten in den Proben ohne spezielle Behandlung der Oberfläche.
- Ein beheizbarer Probenstisch erlaubt es, Phasenumwandlungen oder Kristallisationsprozesse in der Probe in einem Temperaturbereich bis zu **1100 K** in-situ zu verfolgen.

Die Detektion der charakteristischen Röntgenstrahlung, die durch den Elektronenstrahl in der Probe erzeugt wird (**EDX**), erlaubt die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung am Untersuchungsort (Punkt- oder Flächenanalyse) und die Darstellung der Elementverteilung (Linescan, Mapping). Dabei kann die Zusammensetzung sowohl von massiven Proben, als auch von dünnen Schichten mit einer Dicke von wenigen Nanometern bestimmt werden. Je nach der Probe kann die Zusammensetzung mit einer Ortsauflösung von ca. 100 nm bis 1 µm gemessen werden. Mit Hilfe von EDX können auch die Schichtdicken in Sandwichsystemen bestimmt werden. Es können alle chemischen Elemente mit der Ordnungszahl > 4 (ab Bor) detektiert werden.

Beim **EBSD-Verfahren** wird die Probenoberfläche auch mit einem fokussierten Elektronenstrahl abgerastert. Die rückgestreuten und an den Netzebenen der Probe gebeugten Elektronen treffen auf einen Leuchtschirm und erzeugen ein Muster von Kikuchi-Linien, das mittels CCD-Kamera erfasst wird. Daraus wird mit Hilfe von Software automatisch die Kristallorientierung berechnet. Das Rückstreusignal stammt aus einer Tiefe von wenigen Nanometern, so das stets die oberflächennahe Kristallorientierung ermittelt wird. Als Ergebnis bekommt man dann Kristalloorientierungen an jedem Punkt der Probenoberfläche mit einer Ortsauflösung von ca. 50 nm, was in der Form von Karten (mapping) dargestellt werden kann. Es können dabei mehrere Phasen detektiert werden. Typische Anwendungsbeispiele für diese Technik sind z. B. Texturbestimmungen, Untersuchung der Evolution von Gefügen mit der Temperatur und Phasenumwandlungen in amorphen und nanokristallinen Materialien. Bei Einkristallen kann die kristallographische Orientierung relativ zur Probenoberfläche bestimmt werden, die Meßzeit beträgt dabei nur wenige Sekunden.

Die Kombination der Abbildungsmöglichkeiten (ultrahohe Auflösung, Niederspannungsbetrieb) des LEO 1550 mit Mikroanalyse und Rückstreuelektronenbeugung erlaubt neben den klassischen werkstoffkundlichen Anwendungsgebieten wie Fraktographie, Gefüge- und Oberflächenuntersuchungen, Schadensfalluntersuchungen auch den Einsatz beispielsweise in der Entwicklung, Prozesskontrolle und Qualitätssicherung von hochintegrierten Schaltkreisen der Mikroelektronik, Charakterisierung von dünnen Schichten und nanostrukturierten Objekten jeder Art. Oft kann dabei auf die aufwendige Probenpräparation für Transmissionselektronenmikroskopie verzichtet werden.