

## Darstellung der knöchernen Einheilung zementfreier Hüftendoprothesen aus Titan und Titanlegierungen mittels QBSD-Detektor an einem Feldemissions-Rasterelektronenmikroskop

<sup>1</sup>Göske J., <sup>1</sup>Kachler W., <sup>2</sup>Holzwarth U., <sup>3</sup>Zeiler G. & <sup>3</sup>Schuh A.

www.werkstoffanalytik.de

juergen.goeske@werkstoffanalytik.de

<sup>1</sup>Zentrum für Werkstoffanalytik Lauf GmbH

<sup>2</sup>Peter Brehm, Chirurgie Mechanik

<sup>3</sup>Orthopädische Klinik Rummelsberg

### Einleitung:

Mit Edelkorund raugestrahlte zementfreie Hüftendoprothesen aus Titan bzw. Titanlegierungen sollen die knöchernen Integration der Implantate verbessern. Dies wurde bisher in zahlreichen Arbeiten anhand klinisch- und radiologischer Nachuntersuchungen, histopathologischer Untersuchungen oder Mikroradiographie dargestellt. Die beiden letztgenannten Analysen führen jedoch zur Zerstörung der Explantate. Ziel dieser Arbeit ist es, ein Verfahren zu entwickeln, das die knöchernen Einheilung von Hüftendoprothesen schnell, preiswert, analytisch und zerstörungsfrei erlaubt.

### Methodik & Material:

Ein Feldemissions-Rasterelektronenmikroskop (LEO 1530) mit Rückstreuelektronendetektor (QBSD-Detektor) in Kombination mit einem SE- und InLens-Detektor wird eingesetzt, um neben der Topographie der rauen Oberfläche (Topographiekontrast) auch die Materialunterschiede (Materialkontrast) abzubilden (Bild 1-3). Eine begleitende EDX-Analyse detektiert die Elemente der Legierung (Al, Ti, Nb) und des Knochens (Ca, P) und zeigt die Elementverteilung auf definierten Flächen (Bilder 6-10). Auf diesen Bereichen wird mittels QBSD-Detektor der Materialunterschied ermittelt. Es wird ein zementfreier Vektortitanschaf, der klinisch-radiologisch fest knöchern integriert war mit o. g. Technik analysiert. Der Schaft wurde bei einer 28-jährigen Patientin 1999 wegen Dysplasiecoxarthrose implantiert.

Nach einer Prothesenstanddauer von 4 Jahren wurde der Schaft 2003 aufgrund

einer periprothetischen Fraktur nach Sturz (adäquates Trauma) gewechselt. Radiologisch war der Schaft fest knöchern integriert.

Im vorliegenden Fall setzt sich das Untersuchungsmaterial aus einer metallischen Komponente (orthopädisches Implantat) mit hoher Ordnungszahl (OZ) des Materials (Legierung TiAl6Nb7, mittlere OZ = 23), aus Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Partikeln des verbleibenden Strahlgutes mit der mittleren OZ von 10 und Knochen mit der mittleren OZ von 9 zusammen.

### Ergebnisse:

Auf der gesamten Oberfläche des zementfreien Vektortitanschafes konnten mittels EDX-Analyse Knochen, teilweise mit Anteilen von Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Partikeln des Strahlgutes und Bestandteile der Prothesenlegierung nachgewiesen werden (Materialkontrast). In den Regionen mit nachgewiesenem Knochen konnte der Topographiekontrast die knöchernen Einheilung mit spongiösen Knochenbälkchen zeigen.

### Schlussfolgerung:

Mit dem oben vorgestellten Analysenverfahren ist es gelungen die knöchernen Einheilung von zementfreien Hüftimplantaten am Beispiel des Vektortitanschafes schnell, preiswert, analytisch und zerstörungsfrei darzustellen. Dieses Verfahren bietet einen wichtigen zusätzlichen Analyseschritt in der Schadensanalyse von Explantaten und erlaubt dadurch die Entwicklung von Hüftimplantaten zu optimieren.

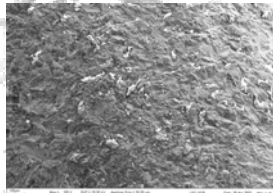


Bild 1: Ausschnitt aus der Oberfläche eines Implantates mit SE-Detektor

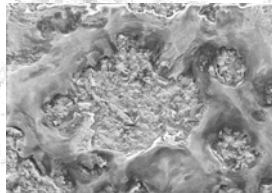


Bild 4: Ausschnitt aus Bild 1. Knochengewebe neben Vektortitanschaf. SE-Abbildung

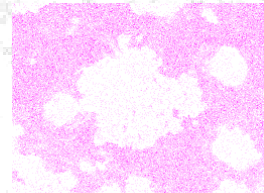


Bild 7: Wie Bild 6: Farbige Bereiche stellen die Verteilung des Phosphors dar.

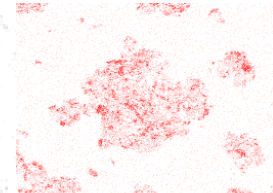


Bild 10: Wie Bild 6: Farbige Bereiche stellen die Verteilung des Aluminiums dar.

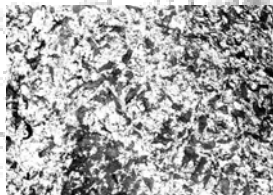


Bild 2: Ausschnitt aus der Oberfläche eines Implantates mit QBSD-Detektor

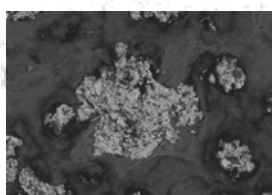


Bild 5: Wie Bild 4, Knochengewebe neben Vektortitanschaf. SE-Abbildung, QBSD-Abbildung

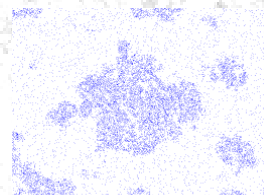


Bild 8: Wie Bild 6: Farbige Bereiche stellen die Verteilung des Niobiums dar.

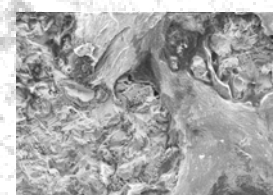


Bild 11: Oberflächenstruktur der Legierung und des eingewachsenen Knochens auf den in den vorherigen Bildern dargestellten Bildabschnitten



Bild 3: FE-REM LEO 1530 VP mit verschiedenen Detektoren

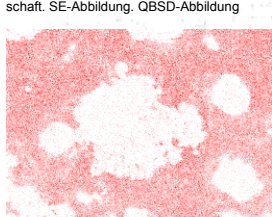


Bild 6: Begleitende EDX-Analyse des Ausschnittes in Bild 4. Farbige Bereiche stellen die Verteilung des Calciums in diesem gewählten Ausschnitt dar.

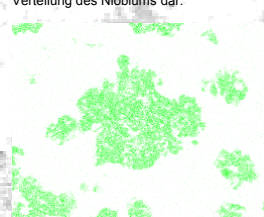


Bild 9: Wie Bild 6: Farbige Bereiche stellen die Verteilung des Titans dar.

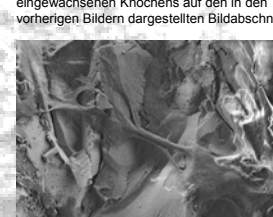


Bild 12: die 5000-fache Vergrößerung zeigt die spongiöse Trabekelstruktur mit Kontakt zur Prothesenoberfläche aus Bild 11.