

## Monokliner Phasenanteil in Y-stabilisiertem Zirkoniumoxid (ISO 13356)

**Yttrium-stabilisiertes Zirkoniumoxid (Y-TZP) ist eine aussergewöhnlich harte und zähe Keramik. Unter mechanischer Belastung und in feuchter Umgebung neigt sie dazu, sich in eine schwache monokline Phase umzuwandeln. Um eine dauerhafte Stabilität von Y-TZP-Implantaten zu gewährleisten, muss der Gehalt an monokliner Phase kontrolliert werden. Die RMS Foundation bietet eine nach ISO 17025 akkreditierte Phasenquantifizierung gemäss ISO 13356:2015 an.**

### Die Geschichte von Zirkoniumoxid

Als Garvie et al. [1] 1975 in der Zeitschrift Nature einen Artikel mit dem Titel «Ceramic Steel?» veröffentlichten, wurde das Interesse an Zirkoniumoxid ( $ZrO_2$ ) für die Verwendung in Knochen- und Zahnimplantaten geweckt. Aufgrund seiner hohen Härte, Zähigkeit, Verschleißfestigkeit und chemischen Beständigkeit schien Zirkoniumoxid perfekt für lasttragende Komponenten geeignet zu sein. Die Erfolgsgeschichte wurde jedoch von einer Serie von rund 400 Komplikationen zwischen 1988 und 2001 überschattet [2], die mit einer Umwandlung von tetragonalem  $ZrO_2$  in die monokline Phase in Verbindung gebracht wurden. In den folgenden Jahren konzentrierte sich die Forschung auf die Stabilisierung der tetragonalen Phase durch chemische

Modifikationen, von denen sich die Anreicherung mit  $Y_2O_3$  als eine der vielversprechendsten Zusammensetzungen herausstellte. Heutzutage ist Y-stabilisiertes tetragonales Zirkoniumoxid (Y-TZP) in der Entwicklung von orthopädischen und dentalen Implantaten weit verbreitet.

### Degradation bei niedrigen Temperaturen

Die Umwandlung in die mechanisch schwache monokline Phase wird durch den direkten Kontakt mit Wasser begünstigt. Sie bewirkt eine lokale Volumexpansion, die zu einer langsamen Zersetzung der Implantatoberfläche führt. Ein möglichst geringer Anteil monokliner Phase ist daher wichtig für eine lange Lebensdauer des Implantats.

### «Transformation toughening»

Die Umwandlung von Y-TZP in die monokline Phase erfolgt auch bei äußerer mechanischer Einwirkung, z. B. durch einen Schlag oder die Bildung eines Risses. Interessanterweise blockiert in dieser Situation dieselbe Phasenumwandlung die Ausbreitung von Rissen und leistet somit einen wichtigen Beitrag zu der außergewöhnlich hohen Zähigkeit des Materials [3].

### Bestimmung der Phasenanteile

Die unterschiedlichen Phasenanteile können mittels Röntgenbeugung (XRD) quantifiziert werden. Bestimmte Bearbeitungsschritte hinterlassen jedoch auf der Oberfläche Spannungen, welche

zu einer Verzerrung des XRD-Signals und dadurch zu einer Beeinträchtigung der Phasenquantifizierung führen (Abb. 1). Die RMS Foundation bietet die Analyse nach ISO 13356 zur Quantifizierung der monoklinen Phase als akkreditierte Dienstleistung an. Unsere Methode wurde so implementiert, dass sie auch bei verzerrten XRD-Signalen zuverlässige Resultate liefert.

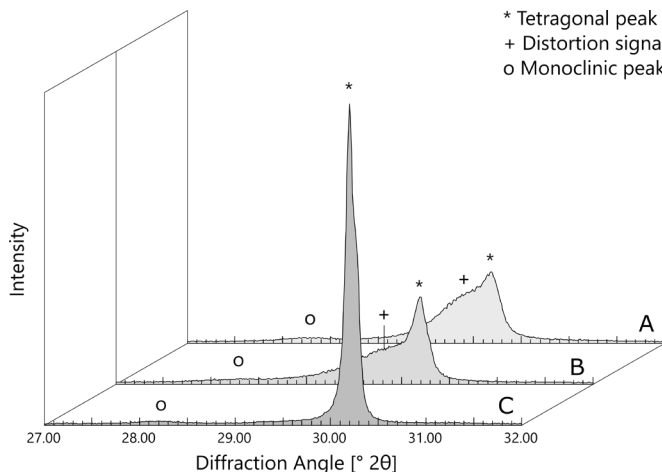


Abbildung 1: XRD-Signale von Y-TZP mit (A, B) und ohne (C) Verzerrung (+) des tetragonalen Signals (\*).

## Newsletter 42

### Anwendungen:

- Monokliner Phasenanteil in Y-TZP zur Anwendung in chirurgischen Implantaten nach ISO 13356:2015

### Geräte:

- Bruker D8 Advance Röntgendiffraktometer
- Systec HX-90 Autoklav

### Literatur:

- [1] Garvie, R.C., Hannink, R.H., Pascoe, R. T. «Ceramic Steel?», Nature 1975(258), 703-704.
- [2] Guo, X. «Property degradation of tetragonal zirconia induced by low-temperature defect reaction with water molecules,» Chem. Mater. 2004(16), 3988-3994.
- [3] Piconi, C., Maccauro, G. «Zirconia as a ceramic biomaterial, Biomaterials 1999(20), 1-25.

**Besprechen Sie Ihre Fragestellungen mit uns. Wir beraten Sie gerne!**

**Kontakt für Monokliner Phasenanteil in Y-TZP:**

**Dr. Nicola Döbelin**  
**Telefon +41 32 644 20 41**  
[nicola.doebelin@rms-foundation.ch](mailto:nicola.doebelin@rms-foundation.ch)

**Weitere Informationen sowie unseren Dienstleistungskatalog finden Sie auf unserer Website.**

Die RMS Foundation ist ein nach ISO 9001 zertifiziertes und ISO/IEC 17025 (Typ C) akkreditiertes Prüflabor.

Schreiben Sie sich in die Versandliste ein und lesen Sie weitere Newsletter zu anderen Themen.

