

# ZIRKONIUMDIOXID – EINE KERAMIK AUF DEM WEG ZUM GOLDSTANDARD?

Dr. Philipp Kohorst, Prof. Dr. Meike Stiesch-Scholz

Zirkoniumdioxid gewinnt in der restaurativen Zahnmedizin zunehmend an Bedeutung. Grundvoraussetzung für den erfolgreichen Einsatz der Hochleistungskeramik ist jedoch das Verständnis der speziellen Eigenschaften dieses Materials. Neben werkstoffkundlichen Aspekten sind dabei insbesondere eine korrekte Indikationsstellung und eine gewissenhafte klinische Vorgehensweise von Bedeutung.

>>> Keramiken zeichnen sich durch ihre sehr guten ästhetischen Eigenschaften, ausgezeichnete Biokompatibilität und eine geringe Plaqueanlagerung aus. Bereits seit längerer Zeit sind vollkeramische Restaurationsmaterialien auf dem Markt, die die Herstellung von Einzelkronen und kleineren Brücken im Front- und Seitenzahnbereich erlauben. Die Festigkeiten dieser Keramiken lassen den Einsatz in Indikationsbereichen mit erhöhten mechanischen Anforderungen jedoch nicht zu. In den letzten Jahren wurden daher dentale Hochleistungskeramiken auf der Basis von Zirkoniumdioxid ( $ZrO_2$ ) entwickelt, um weitere Indikationsbereiche für vollkeramische Versorgungen zu öffnen. Diese weisen eine außergewöhnlich hohe Belastbarkeit auf und treten somit in Konkurrenz zu den etablierten metallkeramischen Versorgungen, die bislang den sogenannten „Goldstandard“ darstellen.

## Zirkoniumdioxid – Werkstoffkundliche Aspekte

Zirkonium (Zr) ist ein relativ weiches, biegsames, silbrig glänzendes Metall und steht an 17. Stelle der häufigsten Elemente der Erde. Das in technischen und medizinischen Bereichen eingesetzte Oxid dieses Metalls, Zirkoniumdioxid, wird in der Regel in einem aufwendigen Prozess aus Zirkonsand gewonnen. Schließlich liegt es als weißes, hochschmelzendes, kristallines Pulver vor. Der Schmelzpunkt von Zirkoniumdioxid

liegt bei  $2.680\text{ }^\circ\text{C}$ , der Siedepunkt bei  $5.500\text{ }^\circ\text{C}$ . Die besonderen Materialeigenschaften von Zirkoniumdioxid liegen in seiner Polymorphie begründet. Kristallografisch betrachtet tritt Zirkoniumdioxid in monokliner, tetragonaler und kubischer Modifikation auf (Abb. 1). Beim Abkühlvorgang einer reinen  $ZrO_2$ -Schmelze kristallisiert ab  $2.680\text{ }^\circ\text{C}$  zuerst die kubische Phase (k) aus, diese wandelt sich bei  $2.370\text{ }^\circ\text{C}$  in die tetragonale Phase (t) um. Bei einer Temperatur von  $1.170\text{ }^\circ\text{C}$  findet schließlich die Umwandlung in die monokline Phase (m) statt, in der das Zirkoniumdioxid dann bei Raumtemperatur vorliegt. Diese letzte martensitische Um-

wandlung (t-m) geht mit einer Volumenzunahme von ca. 3 % einher, die bei vollständiger Abkühlung bis auf Raumtemperatur auf 4,9 % anwächst.

Die sprunghafte Volumenzunahme in der Abkühlphase macht die Herstellung von Sinterkeramiken aus reinem Zirkoniumdioxid unmöglich. Die Volumenvergrößerung führt stets zu hohen Spannungen und unerwünschten Rissbildungen im Kera-

mikgefüge. Die t-m-Umwandlung in der Abkühlphase kann durch die Zugabe von Stabilisierungs-oxiden vermieden werden, die in das Kristallgitter des Zirkoniumdioxides eingebaut werden. Das wichtigste Stabilisierungsoxid, das in zahnmedizinischen Zirkoniumdioxidkeramiken eingesetzt wird, ist Yttriumoxid ( $Y_2O_3$ ). Als besonders geeignet hat sich ein Zusatz von 3 Mol-% Yttriumoxid er-

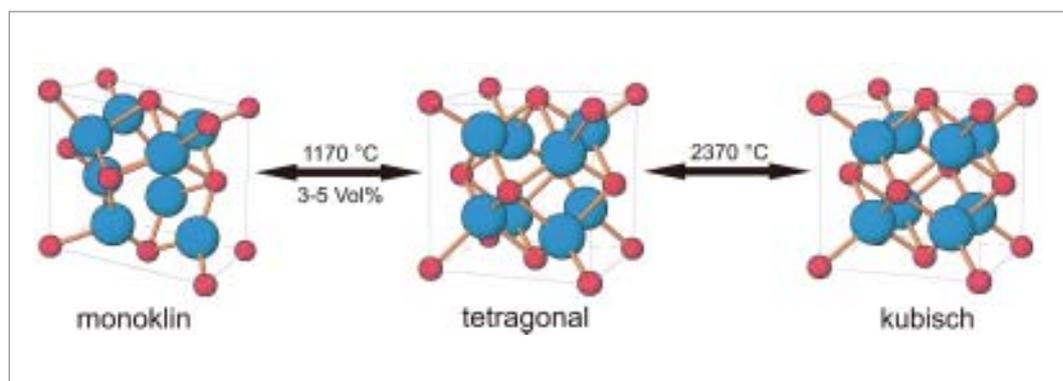


Abb. 1: Die drei Kristallphasen des Zirkoniumdioxides.