

## 7. Zusammenfassung

Der zunehmende Einsatz der CAD/CAM-Technologie in der Zahnmedizin bietet aufgrund der Nutzung industriell gefertigter Keramik-Rohlinge den Vorteil, eine gleichbleibende Qualität der Keramiken gewährleisten zu können. Im Zuge der Entwicklung fräsbarer Feldspatkeramiken der Firma DCS bestand eine Aufgabe dieser Arbeit in der Prüfung der Biegefestigkeit und der Risszähigkeit als kritische Festigkeitseigenschaften keramischer Materialien.

Um die Einflussnahme der Nachbehandlung auf die Festigkeit der zu untersuchenden Keramiken zu erfassen, erfolgte die Biegefestigkeitsprüfung in verschiedenen Versuchsreihen. Diese unterschieden sich im Brenntemperaturmaximum, das von ungebrannt über 800°C, 900°C, 1000°C bis 1100°C reichte. Die Keramiken DC Cristall, DC Cream sowie ProCAD erfuhren durch eine thermische Nachbehandlung eine signifikante Festigkeitssteigerung. Auch bei Cerec Vita Mark II konnte durch einen abschließenden Brand eine Erhöhung der Festigkeit beobachtet werden, die allerdings bei Festlegung des Signifikanzniveaus auf  $p=0,05$  nicht signifikant ausfiel. Die optimale Brenntemperatur lag für DC Cristall und DC Cream bei 900°C (109,99 MPa; 117,20 MPa), während für ProCAD und Cerec Vita Mark II die höchste Biegefestigkeit bei einer maximalen Brenntemperatur von 1000°C (152,34 MPa; 94,81 MPa) erzielt wurde. Eine thermische Nachbehandlung der entsprechenden Feldspatkeramiken ist somit empfehlenswert. Die Biegefestigkeit der Keramiken 20/9/1A und D 08/01 blieb durch eine thermische Nachbehandlung fast unverändert (125,39 MPa; 150,03 MPa).

Die kritische Risszähigkeit  $K_{Ic}$  kann durch verschiedene Methoden ermittelt werden, die sich in der Erzeugung von Defekten nachvollziehbarer Rissgeometrie und definierbaren Ausmaßes unterscheiden. Als eine einfach durchzuführende Möglichkeit der Risszähigkeitsbestimmung stellte sich die Indentermethode dar, bei der Vickershärteeindrücke genutzt werden. Auch wenn die Indentermethode in der Genauigkeit der Fraktographie unterlegen ist, bietet sie aufgrund des geringen technischen Aufwandes die Möglichkeit einer routinemäßigen Prüfung der kritischen Risszähigkeit. Der Einsatz der Indentermethode ermöglicht somit jedem Labor die Bestimmung der Risszähigkeit.

Als problematisch erwies sich dabei die Vielzahl der in der Literatur beschriebenen Rechenansätze zur Auswertung der Indentermethode, die entsprechend der erwarteten Rissmustertypen

---

unterteilt werden. Am Beispiel der Keramik DC Cristall wurde deutlich, dass die mit den verschiedenen Rechenansätzen erzielten  $K_{Ic}$ -Werte fast ausschließlich signifikant voneinander abweichen. Somit hängt die Verlässlichkeit der Indentermethode entscheidend von der Wahl der Berechnungsmethoden ab. Im Rahmen der entwicklungsbegleitenden Prüfung der neuen keramischen Materialien lag so das Problem der fehlenden Vergleichbarkeit der  $K_{Ic}$ -Werte vor.

Um eine Vergleichbarkeit und Verlässlichkeit der  $K_{Ic}$ -Werte zu erzielen, ist eine Vereinheitlichung der Gleichungen unumgänglich. Als empfehlenswert erwies sich die Verwendung des Rechenansatzes nach ANSTIS (12)

$$K_{Ic} = 0,016 (E/H)^{1/2} Fc^{-3/2}$$

mit der Berechnung des genauen Vickershärtewertes und der Nutzung des aus der Biegefestigkeit ermittelten E-Moduls. Für alle untersuchten Keramiken wurde mit Hilfe dieser modifizierten Anstis-Gleichung eine Risszähigkeit von über  $1 \text{ MPa m}^{1/2}$  bei einer Brenntemperatur von  $1000^\circ\text{C}$  festgestellt.