

Variation von Oberflächenbehandlung, Brandführung, Belastungslokalisation und künstlicher Alterung und deren Einfluss auf die Kantenbruchresistenz von verschiedenen Lithiumsilikatkeramiken

Zur Herstellung von Zahnersatz steht eine breite Auswahl an dentalen Werkstoffen zur Verfügung. Insbesondere für festsitzende Versorgungen gewinnen vollkeramische Materialien zunehmend an Bedeutung.

Aus der Gruppe der Dentalkeramiken soll der Fokus der hier vorgestellten Untersuchung auf Lithiumsilikatkeramiken und deren mechanischen Eigenschaften in Abhängigkeit vom angewendeten Verarbeitungsprozess liegen. Neben überzeugenden mechanischen Eigenschaften weisen die Materialien eine hohe Transparenz, sowie Opaleszenz auf und eignen sich daher insbesondere für Versorgungen im Frontzahnbereich, in welchem die Ästhetik der Restauration besondere Relevanz hat.

Einen ästhetischen Vorteil vollkeramischer Restaurationen stellt der Wegfall von subgingival verlaufenden Metallränder dar, wie sie bei metallkeramischen Versorgungen typisch sind. Diese können durch das marginale Weichgewebe hindurchschimmern und zu gräulichen Verfärbungen im Bereich des Zahnfleischsaums führen. Die Verwendung silikatbasierter Keramiken ermöglicht den Verzicht auf ein, aus Metall oder weniger transluzentem Zirkonoxid gefertigtes Gerüst, was wiederum eine verbesserte Lichtdurchlässigkeit in die umgebende Zahnhartsubstanz und das parodontale Gewebe bedingt. Somit lässt sich die natürliche Transparenz eines Zahnes nachbilden.

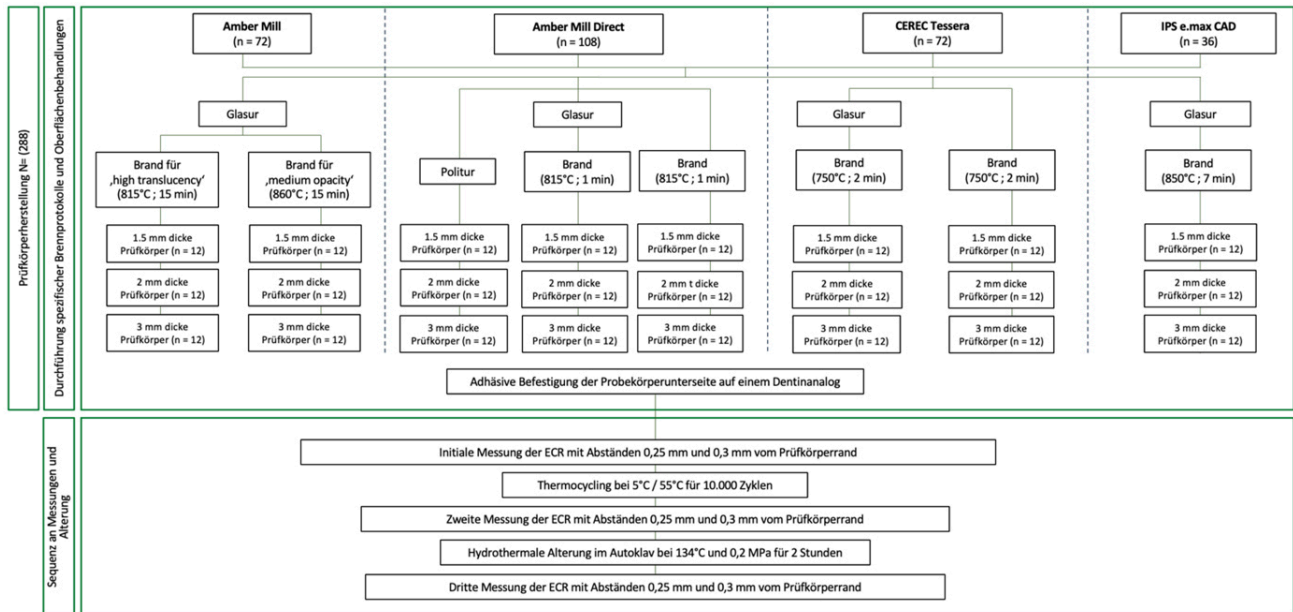
Es besteht zudem die Möglichkeit die Oberflächenstruktur und folglich mechanische Belastbarkeit des Werkstoffs über verschiedene Verfahren, wie Politur oder Glasur, zu steigern.

Durch Oberflächenvergütung in Form von Politur oder Glasur können oberflächliche Schwachstellen, wie Mikrorisse oder Poren, reduziert und somit die Festigkeit des Materials erhöht werden. Ein weiterer Mechanismus, über den eine Festigkeitssteigerung keramischer Restaurationsmaterialien erreicht werden kann, ist die Erzeugung von Druckspannungen durch die Glasur infolge thermischer Effekte.

Obgleich der Bedeutung, die verschiedene Verarbeitungsprotokolle für die Materialeigenschaften haben, liegen bislang kaum Untersuchungen zum Einfluss von Oberflächenbearbeitungsprotokoll, Brandführung, Materialschichtstärke, sowie Belastungspunktnähe zum Restaurationsrand und künstlicher Alterung in Relation auf den Materialparameter Edge Chipping Resistance (ECR) vor.

Ziel der hier vorgestellten, umfassenden Studie war es daher, den Einfluss dieser Faktoren auf die ECR von vier CAD/CAM-verarbeitbaren Lithiumsilikatkeramiken systematisch zu analysieren. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass eine Variation der genannten Faktoren nicht zu einer signifikanten Veränderung der ECR führen würde.

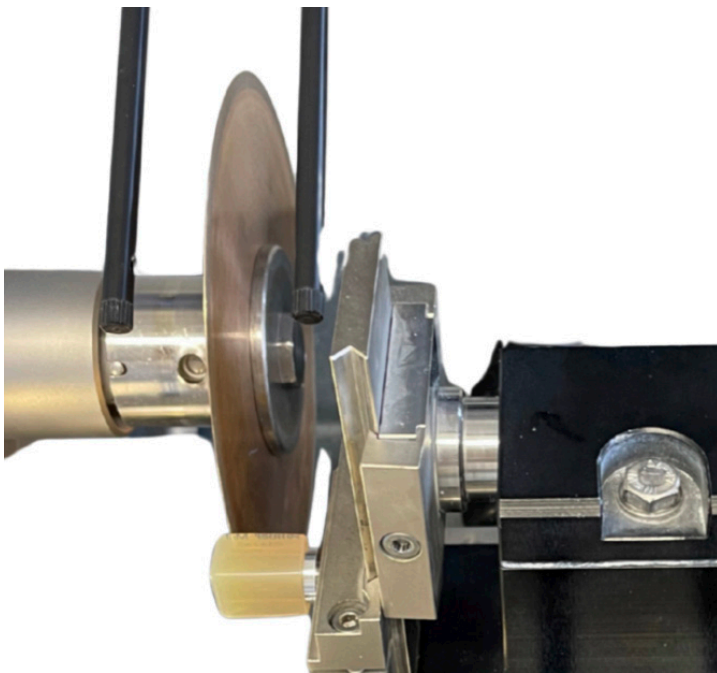
In der Studie wurden insgesamt 288 Prüfkörper hergestellt (► 1). Hierbei kamen vier verschiedene, CAD/CAM-verarbeitbare Lithiumsilikatkeramiken zum Einsatz: drei Lithiumdisilikatkeramiken (Amber Mill, Amber Mill Direct: HASS Bio, Kangneung, Korea; IPS e.max CAD: Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein), sowie eine Lithiumdi/aluminasilikatkeramik (CEREC Tessera: Dentsply Sirona, Konstanz, Deutschland).



► 1 Studiendesign der Untersuchung

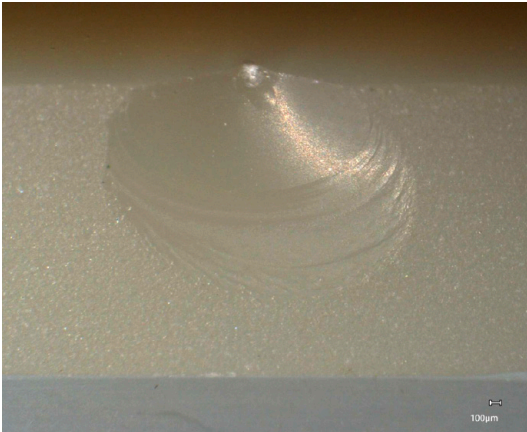
Die Prüfkörper wurden durch Schneiden der Keramikblöcke (► 2) (Secotom-50; Struers, Ballerup, Denmark) und anschließendes Planschleifen

(Abramin; Struers) auf Dicken von 1,5 mm, 2 mm und 3 mm hergestellt. Entsprechend der jeweiligen Gruppe erfolgte eine Oberflächenbehandlung durch Politur (Diapro R17DPMf/R17DP; EVE Ernst Vetter, Keltern, Germany), Glasur (IPS e.max CAD Crystall./Glaze Spray, Ivoclar, Schaan, Liechtenstein; Universal Spray Glaze Fluo, Dentsply Sirona, Konstanz, Germany) oder keine Behandlung. Anschließend wurden die glasierten bzw. unbehandelten Prüfkörper nach dem spezifischen Brandprotokoll (Austromat 654 press-i-dent, Dekema, Freilassing, Germany; Ivoclar Programat EP 5010) gebrannt.



► 2 Prüfkörperherstellung – Heraustrennen einzelner Prüfkörper aus dem, in die Sägemaschine eingespannten, Keramikblock

Die erste Messung der ECR erfolgte mit einer Universalprüfmaschine (ZHU 0.2; Zwick Roell) unter Verwendung eines Vickers-Diamanten bei einem Abstand von 0,25 mm bzw. 0,3 mm zur Kante (► 3). Nach künstlicher Alterung im Thermocycler (TCS-10; SD Mechatronik, Feldkirchen-Westerrham, Germany; 10.000 Zyklen, 5°C/55°C, 20 s; \pm 1 Jahr klinische Nutzung) wurde die zweite ECR-Messung durchgeführt. An eine weitere Alterung im Autoklaven (Euroklav 29-S; MELAG, Berlin, Germany; 134°C, 2 h, 0,2 MPa; \pm 6–8 Jahre) schloss sich die dritte Messung an.

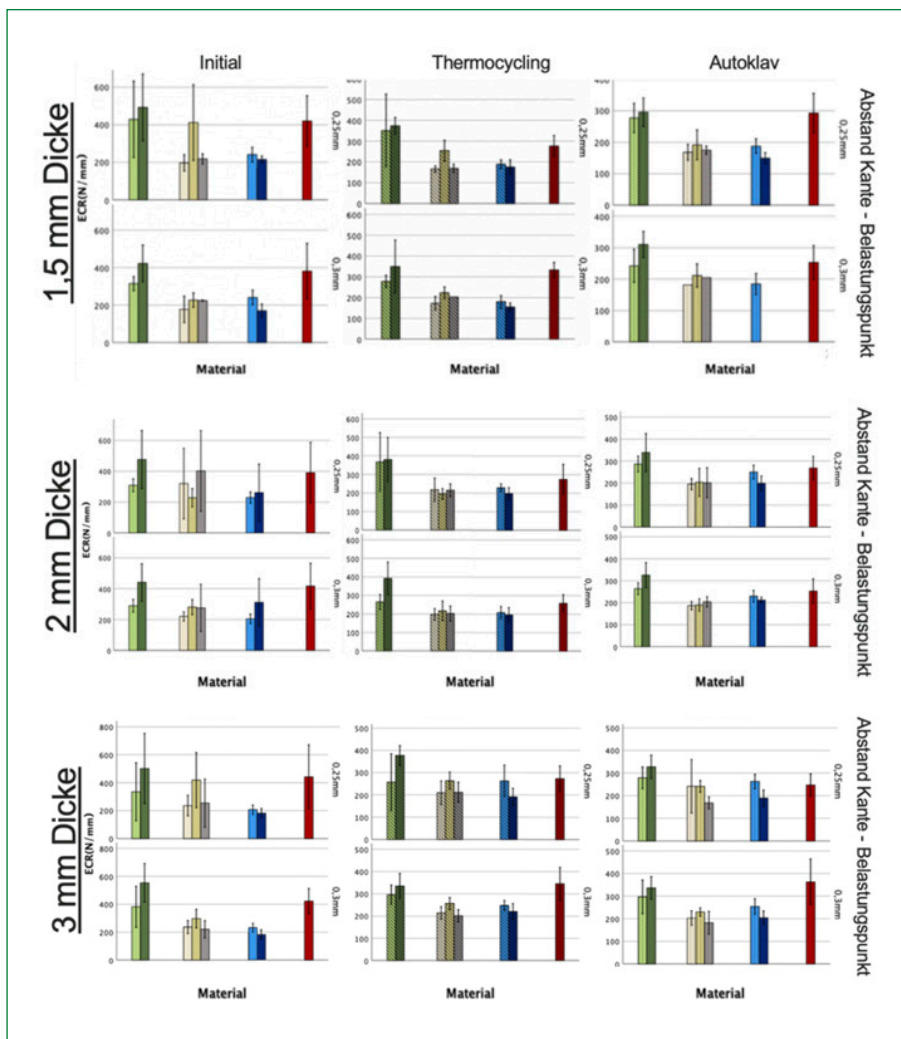


► 3 Digitalmikroskopische Aufnahme einer Kantenabplatzung nach ECR-Testung

Ergebnisse

Alle untersuchten Materialien zeigten eine klinisch überzeugende ECR, wobei die höchsten Werte durch die glasierten Prüfkörper erreicht wurden, welche nach dem medium opacity-Brandprotokoll gefertigt wurden (► 4). Die erhöhte Brenntemperatur begünstigt hierbei eine vermehrte Quervernetzung der Lithiumdisilikat-kristalle, was zur Festigkeitssteigerung führt, jedoch die Transluzenz des Werkstoffs mindert. Innerhalb der Materialgruppen mit variierender Oberflächenbehandlung wiesen glasierte Prüfkörper stets höhere ECR-Werte auf, als polierte oder unbehandelte Prüfkörper.

Der Abstand zwischen Belastungspunkt und Kante zeigte dagegen keinen Einfluss auf die ECR, was trotz abweichender Literaturangaben



Brand/Oberflächenbehandlung

- Amber Mill + Brand für hohe Transluzenz
- Amber Mill + Brand für mittlere Opazität
- Amber Mill Direct + Politur
- Amber Mill Direct + Glasur und Brand
- Amber Mill Direct + Brand
- CEREC Tessera + Glasur und Brand
- CEREC Tessera + Brand
- IPS e.max CAD + Glasur und Brand

► 4 ECR-Werte (N/mm) der geprüften Gruppen

vermutlich auf die geringe Differenz zwischen den getesteten Distanzen (0,25 mm vs. 0,3 mm) zurückzuführen ist.

Die künstliche Alterung führte vornehmlich zur Abnahme der ECR, wobei die Werte auch nach Abschluss des Alterungsprotokolls weiterhin im klinisch akzeptablen Bereich lagen.

Eine Variation der Prüfkörperdicke zeigte überwiegend keinen signifikanten Einfluss auf die ECR.

Bedeutung für die Praxis

In dieser Studie wurde der Einfluss verschiedener Faktoren im Rahmen der Herstellung von Zahnersatz auf die ECR der Restaurationsmaterialien untersucht. Zur Simulation klinischer Bedingungen wurden die Prüfkörper thermischen

und hydrothermalen Alterungsprozessen ausgesetzt.

Aus den Ergebnissen ergeben sich folgende praxisrelevante Empfehlungen:

Die Glasur stellt die bevorzugte Oberflächenbehandlung dar. Bei Restaurationen außerhalb des ästhetisch kritischen Bereichs kann eine geringere Transluzenz zugunsten höherer Festigkeit erwogen werden. Zudem sind dünnere Materialstärken und damit zahnhartsubstanzschonende Präparationen zu empfehlen, da hierdurch nicht mit relevanter Reduktion der ECR zu rechnen ist. Die indikationsgerechte Materialelektion und die das entsprechende Verarbeitungsprotokoll sind ausschlaggebend für die langfristige Beständigkeit des Zahnersatzes.



Die hier vorgestellten Ergebnisse basieren auf der folgenden Studie: Irlinger C, Stawarczyk B, Meinen J, Edelhoff D, Mayinger F. **Impact of polishing, glazing and firing, restoration thickness, point of loading and aging on the edge chipping resistance of lithium silicate ceramics.** J. Mech. Behav. Biomed. Mater. 2025;170: 107106.