Antagonisten-Verschleiß auf dem Prüfstand

Manfred Kern

Gewinner des Forschungspreises der AG Keramik untersuchten Substanzverlust durch Zirkonoxid-Kronen, Lithiumdisilikat und CAD/CAM-Komposit.

In der 16. Session des „Forschungspreises Vollkeramik", ausgeschrieben von der Arbeitsgemeinschaft für Keramik in der Zahnheilkunde (AG Keramik), entschied sich die Jury, den 1. Preis 2 Autorenteams gleichermaßen zuzuerkennen. Hiermit wurden PD Dr. Jan-Frederik Güth, Prof. Dr. Daniel Edelhoff, Dr. Kurt Erdelt, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Universität München, für die Studie „Verschleißverhalten von monolithischen Restaurationen aus einem experimentellen CAD/CAM-Komposit und aus Lithiumdisilikat-Keramik" ausgezeichnet. Ebenso gewürdigt wurde die gemeinsame Arbeit von Prof. Dr. Sven Reich, Uniklinik RWTH Aachen (Zahnärztliche Prothetik, Implantologie, Biomaterialien), Prof. Dr.-Ing. Ulrich Lohbauer, Zahnklinik 1 der Universität Erlangen-Nürnberg, und die Zahnärzte Florian Peters und Oliver Hartkamp, Universitätsklinikum RWTH Aachen (MKG bzw. Zahnärztl. Prothetik). Die Autoren untersuchten den „24-Monate Antagonisten-Verschleiß durch monolitische Zirkonoxid-Seitenzahnkronen, ausgewertet auf Basis der digitalen, intraoralen Abformung".

Vollkeramische Restaurationswerkstoffe haben in den vergangenen Jahren deutlich an Festigkeit zugelegt. Der Einfluss der Oberflächenhärte, besonders von Zirkonoxidkeramik auf Antagonisten wurde bisher fast nur in vitro simuliert – und die klinischen Auswirkungen auf das Kiefergelenk noch nicht verifiziert. Interessanterweise kamen kunststoffbasierte Materialen mit gehärteter Polymermatrix für die CAD/CAM-Verarbeitung auf den Markt, die sich durch dentinähnliche E-Moduli auszeichneten. Da der Biegemodul näher an dem von Dentin und dem adhäsiver Befestigungsmaterialien liegt, ist eine einheitliche Stressverteilung in der Restauration zu erwarten [1]. Positioniert z. B. für den temporären Einsatz bei der Wiederherstellung der Vertikaldimension durch Kauflächen-Veneers, sind CAD/CAM-Komposits laborverarbeiteten PMMA-Materialen hinsichtlich der Abrasionsstabilität überlegen. Die durch den niedrigen E-Modul unterstützte Resilienzfähigkeit scheint das CAD/CAM-Komposit auch für Implantatkronen zu qualifizieren [2]. In vitro wurde festgestellt, dass CAD/CAM-Komposit auf endodontisch behandelten Zähnen eine erhöhte Ermüdungsresistenz gegenüber Feldspatkeramik zeigt [3–5]. Dies belegt, dass die organische Matrix mit verbesserten mechanischen Eigenschaften die klinischen Möglichkeiten der Verbundwerkstoffe noch ausweiten wird.

Geringerer Verschleiß mit Lithiumdisilikat

In der Arbeit von Güth et al. (München) wurde das Verschleißverhalten von Lithiumdisilikatkeramik (LS_2, gepresst) gegenüber einem neuen, experimentellen CAD/CAM-Komposit an 18 Patienten nach ca. 2 Jahren Liegezeit klinisch untersucht (▶ **Abb. 1**). Mit den Werkstoffen wurden Zahnhartsubstanzdefekte mit Teilrestaurationen zur Veränderung der Vertikaldimension der Okklusion (Kauflächen-Veneers) versorgt. Die prospektiv angelegte, klinische Studie hatte das Ziel, Ergebnisse zur funktionellen Langzeitstabilität und zum maximalen Erhalt der natürlichen Zahnhartsubstanz zu erlangen. Aus der Studie wurden auch Hinweise auf die Einflüsse parafunktioneller Belastungen (Malokklusion, Bruxismus) auf die Restaurationswerkstoffe erwartet.

Lithiumdisilikatkeramik (LS_2 Press) verfügt über eine biaxiale Biegefestigkeit von 400 MPa; der E-Modul beträgt 95 GPa (vgl. Schmelz 50–85 GPa); als okklusale Mindeststärke für Teilrestaurationen wurden 1,0 mm festgelegt. Das CAD/CAM-Komposit enthielt 22 Gewichts-% Dimetacrylate, 78 % Bariumglas-Füller. Die Biegefestigkeit betrug 167 MPa, das E-Modul 11,4 GPa (vgl. Dentin 15–20 GPa). Als Mindestschichtstärke für Frontzahn- und Kauflächen-Veneers wurden 0,3 mm gewählt. Die Innenflächen wurden silikatisiert (Rocatec 30 µm, 1 bar, 5 s) sowie konditioniert (Monobond Plus); die Teilrestaurationen aus Lithiumdisilikat wurden 20 s

▶ **Abb. 1** Überlagerung der digitalen Analysedarstellung mit der klinischen Situation (Abdruck mit freundlicher Genehmigung von Güth/Edelhoff/Erdelt).

mit HF geätzt und adhäsiv im OK und UK befestigt (Syntac/Variolink II). Die Verschleißmessung erfolgte periodisch in Intervallen von 12 Monaten über Präzisionsabformungen (Polyether), indirekter Digitalisierung zur Erzeugung von STL-Datensätzen zur Überlagerung.

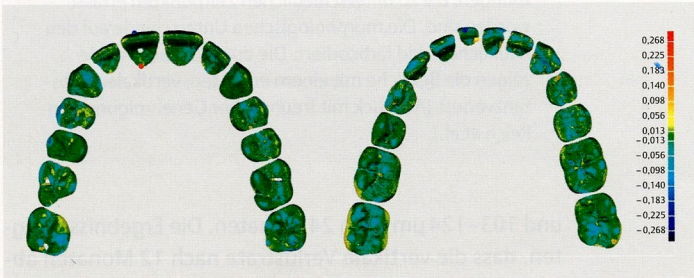
Aus den mittleren Verschleißtiefen pro Monat ergaben sich durchschnittliche Verschleißraten von 16,8 µm für Restaurationen aus CAD/CAM-Komposit (▶ **Abb. 2**) und 4,8 µm für LS_2 (▶ **Abb. 3**). Aus den mittleren maximalen Verschleißtiefen pro Monat ergaben sich für 1 Jahr Tragedauer Verschleißraten von 168 µm für das CAD/CAM-Komposit und 59 µm für LS_2. Dies belegt das deutlich unterschiedliche Verschleißverhalten beider Materialien. Bei der Interpretation ist allerdings zu beachten, dass Patienten mit Parafunktionen bzw. generalisierten, biokorrosiven Defekten eingeschlossen wurden. Es ist anzunehmen, dass die Verschleißdifferenzen bei funktionell unauffälligen Probanden geringer ausfallen würden. Es wurde festgestellt, dass Restaurationen aus CAD/CAM-Komposit über die Tragedauer eine körperlichen Verformung durchliefen. Für den natürlichen Zahnschmelz wurden in anderen Studien Abrasionswerte von 30–40 µm pro Jahr ermittelt [6, 7]. Da die Substanzverluste der Vertikaldimension in beiden Kiefern stattfinden, verdoppeln sich die Verschleißwerte für die Restaurationen. Daraus resultiert ein Höhenverlust für das CAD/CAM-Komposit von 336 µm im Seitenzahnbereich und 117 µm für LS_2. Damit scheint LS_2 die günstigere Langzeitprognose aus verschleißprophylaktischer Sicht aufzuweisen.

Restaurationen aus CAD/CAM-Komposit erfordern jedoch eine geringere Invasivität bei der Präparation und bieten eine höhere Flexibilität gegenüber Keramik. Die polymeren Eigenschaften ermöglichen aufgrund der gesteigerten Kantenstabilität der Restauration eine sehr geringe Schichtstärke, die in vielen Indikationen auch ohne Präparation auskommt. Ferner weisen CAD/CAM-Komposite bei in-vitro Kausimulationen günstigere Verschleißerscheinungen am Zahnschmelz des Antagonisten auf [8].

Klinische Verschleißanalyse mit digitaler Intraoral-Abformung

In der klassischen Verschleißuntersuchung müssen mittels konventioneller Abformmethoden hergestellte Modelle digitalisiert werden, um die zu unterschiedlichen Zeitpunkten gewonnenen Daten virtuell überlagern und auf Höhenunterschiede untersuchen zu können. Die direkte Oberflächendigitalisierung im Patientenmund kann den Verfahrensweg erheblich vereinfachen und beschleunigen. Die digitale Verschleißanalyse ist künftig eine Option für die Therapiefindung.

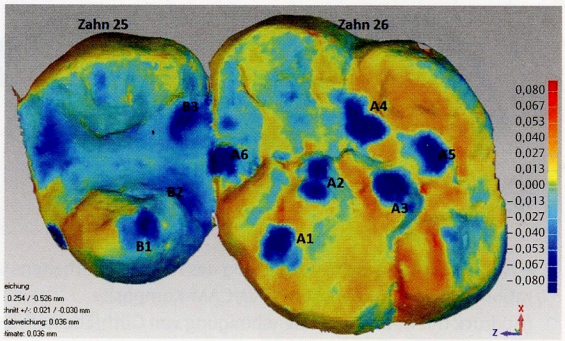
▶ **Abb. 2** Exemplarische Darstellung des Abrasionsverhaltens von Restaurationen aus experimenellem CAD/CAM-Komposite (Abdruck mit freundlicher Genehmigung von Güth/Edelhoff/Erdelt).



▶ **Abb. 3** Exemplarische Darstellung des Abrasionsverhaltens von Restaurationen aus Lithiumdisilikat-Keramik (Abdruck mit freundlicher Genehmigung von Güth/Edelhoff/Erdelt).

Daher wurde im ersten Teil der Arbeit von Reich et al. an einem Phantomzahn an 2 Arealen mehrmals Substanz abgetragen, um Verschleißareale zu simulieren. Die Kauflächen wurden jeweils mit einem Intraoralscanner als auch mittels berührungsloser Profilometrie, einem der genauesten Verfahren zur Modelldigitalisierung und indirekten Verschleißanalyse, erfasst. Beide Digitalisierungsmethoden wurden verwendet, um den jeweiligen Höhenverlust zu ermitteln, in dem die Daten in spezielle Analyseprogramme importiert wurden. Die auf Basis der beiden Verfahren ermittelten Werte unterschieden sich maximal um 12,6 %. Dies entsprach einem metrischen Wert von maximal 15 µm.

Im 2. Teil der Studie erfolgte die In-vivo-Untersuchung mit dem Ziel, den Antagonisten-Verschleiß durch monolithische Zirkonoxid-Einzelzahnkronen (ZrO_2) über den Zeitraum von 2 Jahren zu ermitteln. Als Versorgungen wurden 13 ZrO_2-Kronen (Lava Plus, 3M) – auf der Okklusalfläche ausschließlich poliert – bei 9 Patienten eingegliedert. Patienten mit Parafunktionen wurden bei Beschwerdefreiheit explizit nicht ausgeschlossen. Mittels Intraoralscanner (Lava C.O.S., 3M) wurden die Kronen, Antagonisten und Nachbarzähne digitalisiert (Baseline). Die Messungen wurden nach 12 und 24 Monaten wiederholt. Die 12- und 24-Monatsdatensätze wurden jeweils mit dem entsprechenden Baseline-Datensatz überlagert, die entstandenen Verschleißareale identifiziert und der entsprechende maximale Höhenverschleiß vermessen (▶ **Abb. 4**). Der mittlere Substanzverlust der 98 auswertbaren Verschleißareale betrug je nach Material 86–107 µm nach 12 Monaten



▶ **Abb. 4** Überlagerung von 2 intraoralen, digitalen Abformungen, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfasst worden sind. Die morphologischen Unterschiede auf den Kauflächen sind farbcodiert. Die dunkelblauen Areale zeigen die Bereiche mit einem erhöhten, vertikalen Substanzverlust (Abdruck mit freundlicher Genehmigung von Reich et al.).

und 103–124 µm nach 24 Monaten. Die Ergebnisse zeigten, dass die vertikale Verlustrate nach 12 Monaten abnahm. Damit scheint das angewandte Verfahren eine praxisnahe Methode zu sein, um ein Verschleiß-Screening darzustellen. Da es sich im Rahmen der Studie ausschließlich um polierte Zirkonoxid-Proben handelte, konnte hier keine Aussage zum Antagonisten-Verschleiß durch glasierte Zirkonoxid-Oberflächen getroffen werden.

Literatur

[1] Horvath SD, Spitznagel FA, Gierthmühlen PC. Hybridmaterialien – Indikation und Bewährung. Zahnärztl. Mitteil 2016; 106: 56–62

[2] Magne P, Silva M, Oderich E et al. Damping behavior of implant-supported restorations. Clin Oral Implants Res 2013; 24: 143–148

[3] Magne P, Knezevic A. Influence of overlay restorative materials and load cusps on the fatigue restistance of endodontically treated molars. Quintessence Int 2009; 40: 729–737

[4] Magne P, Knezevic A. Thickness of CAD-CAM composite resin overlays influences fatigue resistance of endodontically treated premolars. Dent Mater 2009; 25: 1264–1268

[5] Magne P, Knezevic A. Simulated fatigue resistance of composite resin versus porcelain CAD/CAM overlay restorations on endodontically treated molars. Quintessence Int 2009; 40: 125–133

[6] Xu KQ, Wang YU. Advanced tooth wear and restoration. Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi 1994; 29 (2): 112–114

[7] Xu J. The properties of dentin and resinified dentin in the tensiile test. Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi 1989; 24: 197–200

[8] Stawarczyk B, Liebermann A, Eichberger M et al. Evaluation of mechanical and optical behavior of current esthetic dental restorative CAD/CAM composites. J Mech Behav Biomed Mater 2015; 55: 1–11

Interessenkonflikt:

Es liegt kein Interessenkonflikt vor.

Bibliografie

DOI http://dx.doi.org/10.1055/s-0042-123945
ZWR – Das Deutsche Zahnärzteblatt 2017; 126: 42–44
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
ISSN 0044-166X

Korrespondenzadresse

Manfred Kern
Schriftführung AG Keramik
Postfach 100 117, 76255 Ettlingen
www.ag-keramik.de
info@ag-keramik.de