

Abrasionsverhalten von minimal verblendeten Zirkonoxidkronen

Aufgrund herausragender mechanischer Eigenschaften,¹ der Biokompatibilität² und der Entwicklung in Richtung mehr Transluzenz,³ ist Zirkonoxid ein beliebtes Material⁴ in der restaurativen Zahnheilkunde und findet auch in monolithischer (nicht verblendeter) Form zunehmend Verwendung in ästhetisch anspruchsvollen Bereichen. Diese Möglichkeit reduziert das Problem des Chippings (Abplatzen der Verblendkeramik), das bei konventionell verblendetem Zirkonoxid auftreten kann.⁵ Infolge des geringen Materialverschleißes von monolithischem Zirkonoxid⁶ bleibt allerdings die Herausforderung, dass es nicht dem natürlichen Adaptionsverhalten von menschlichen Zähnen entspricht.⁷ Verschleiß ist durch Materialverlust gekennzeichnet und kann durch Antagonistenkontakt, abrasive Speisen und parafunktionelles Verhalten entstehen.⁸ Außerdem beeinflussen Faktoren wie Antagonistenmaterial, Schmelzdicke und -härte, neuromuskuläre Kräfte und mechanische Eigenschaften wie Härte, Bruchzähigkeit und Reibungswiderstand den Verschleiß.⁸⁻¹⁰ Im Optimalfall nähern

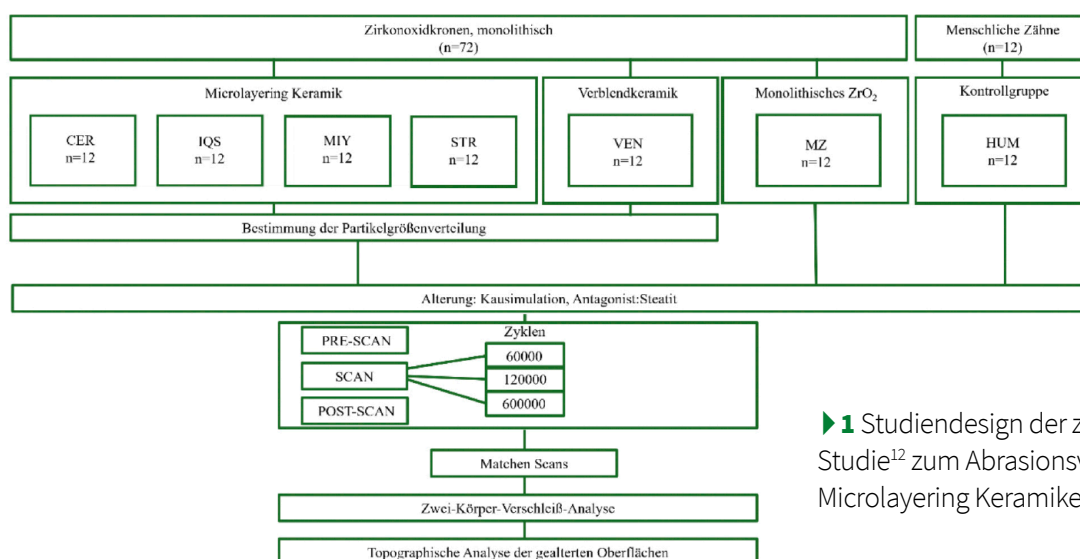
sich die Verschleißwerte von dentalen Restaurationen, denen des natürlichen Gebisses an.

Minimalverblendungen stellen eine Alternative zu konventionellen Verblendungen dar. Diese sogenannten Microlayering Keramiken werden in Schichtstärken von 0,1 - 0,6 mm auf anatomische oder minimal reduzierte Zirkonoxidgerüste aufgetragen.¹¹ Diese Technik vereint die Vorteile von monolithischem, als auch konventionell verblendetem Zirkonoxid, in dem es eine geringere Schichtstärke erfordert und damit Zahnhartsubstanz schont, ästhetisch hochwertig ist und Chipping minimiert.

Die Studie, auf der dieser Artikel beruht¹², verfolgte das Ziel, die Partikelgröße und das Abrasionsverhalten von vier verschiedenen Microlayering Keramiken zu untersuchen. Als Vergleich dienten konventionell verblendete Zirkonoxidkronen, polierte monolithische Zirkonoxidkronen und menschliche Zähne.

Material und Methode

Insgesamt wurden 84 Kronen und 84 Antagonisten untersucht (Abbildung ► 1). Die Gerüste aus monolithi-



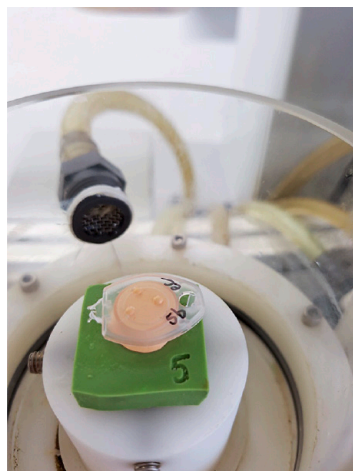
► 1 Studiendesign der zugrundeliegenden Studie¹² zum Abrasionsverhalten von Microlayering Keramiken im Kausimulator.

schem Zirkonoxid (Zolid HT+; Amann Girrbach) wurden mit vier verschiedenen Microlayering Keramiken (Cera-motion One Touch 3D; Dentaurum (CER), IQ SQIN; GC Europe N.V. (IQS), MiYO structure; Chemichl (MIY) und Structure; Estetic Ceram (STR)) beschichtet. Als Kontrollgruppen dienten polierte, anatomische Zirkonoxidkronen (MZ), konventionell verblendete Zirkonoxidkronen (Zirkon; Estetic Ceram (VEN)) und menschliche Zähne. Die Kronen wurden mit einem dualhärtendem Befestigungskomposit auf Cobalt-Chrom-Stümpfen befestigt (Abbildung ► 2). Die menschlichen Zähne, sowie die Steatitkugeln, die als Antagonisten dienten, wurden mittels Kunstharzes in runden, metallischen Prüfkörperhalterungen befestigt (Abbildung ► 2). Für den Zwei-Körper-Verschleißtest wurden die Prüfkörper unter Drei-Punkt-Kontakt im Kausimulator (CS-4; SD Mechatronik GmbH)

installiert und für insgesamt 600 000 Zyklen mit vertikalen und lateralen Bewegungen und einer Kraft von 50 N (1,3 Hz) belastet (Abbildung ► 3). Für die thermische Alterung wurden die Kammern alle 60 Sekunden mit 5 °C und 55 °C warmem Wasser geflutet. Um den volumetrischen Materialverlust analysieren zu können, wurden vor der Kausimulation, nach 60 000 Zyklen, nach 120 000 Zyklen und nach 600 000 Zyklen Silikonabformungen (Abbildung ► 4) von den Kronen und den Antagonisten genommen. Diese Abformungen wurden anschließend mit einem Laser-Scanner gescannt und mit Hilfe einer 3D Inspektionssoftware überlagert, um so den volumetrischen Materialverlust zu bestimmen. Ebenfalls fand, durch Anwendung eines digitalen Lichtmikroskopes, eine qualitative Analyse der abradierten Bereiche statt. Die Partikelgrößenverteilung der keramischen Materia-



► 2 Menschlicher Zahn (links) und Steatitkugel (mitte) in Prüfkörperhalterung, Krone (rechts) auf Cobalt-Chrom-Stumpf.



► 3 Zwei-Körper-Verschleißtest im Kausimulator.

► 4 Silikonabformung von Krone (links) und Antagonist (rechts).

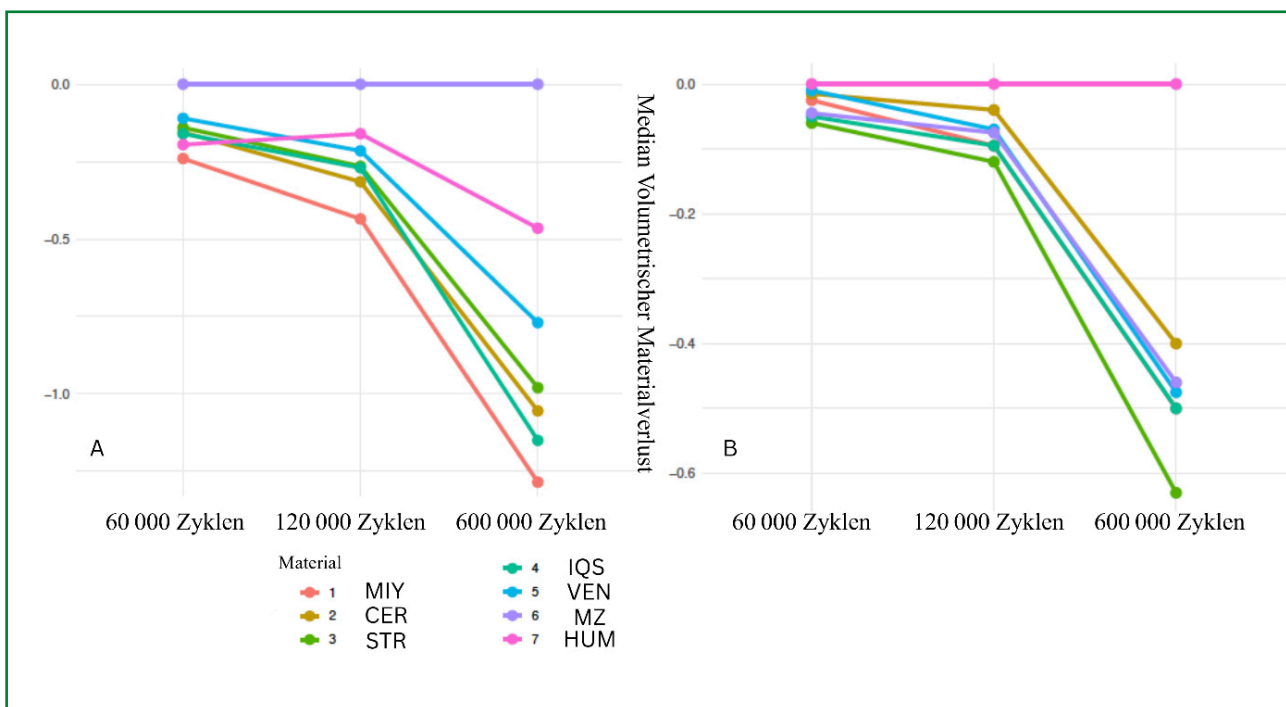
lien wurde mit Hilfe von Laserbeugungstechnik (inverse Fourier-Optik) bestimmt. Dabei wurde der Wert D50 ermittelt, der angibt, dass 50% des Probevolumens aus kleineren Partikeln als dieser Wert bestehen.

Ergebnisse

Sowohl Material als auch Anzahl der Kauzyklen beeinflussten den volumetrischen Materialverlust von Kronen und Antagonisten signifikant. Der Verschleißverlauf unterschied sich signifikant zwischen den untersuchten Materialgruppen sowohl bei Kronen als auch bei Antagonisten (Abbildung 5). Bei den Kronen zeigte VEN einen geringeren Materialverlust als MIY, während MIY stärker verschliss als STR. Die anderen Microlayering Keramiken lagen im gleichen Wertebereich. HUM zeigte geringeren Verschleiß als die getesteten Keramikmassen.

Bei den Antagonisten zeigte STR einen höheren Materialverlust als CER, während HUM den geringsten Verschleiß aufwies, gefolgt von CER. Alle getesteten Materialien zeigten eine größere Verschleißzunahme als HUM. Die steigende Anzahl der Kauzyklen ging in allen Gruppen mit einem erhöhten Materialverlust einher, außer bei den MZ-Kronen und den Antagonisten gegen HUM. Hier fand kein Verschleiß statt.

Nach 600 000 Kauzyklen kam es bei MIY, STR und CER zur Exposition des Zirkongerüst. Die aufsteigende Reihenfolge der Partikelgrößen war: $MIY < IQS < CER < STR < VEN$. Zwischen Partikelgröße und volumetrischem Materialverlust der Kronen wurde eine negative Korrelation festgestellt.



► 5 Medianwerte des volumetrischen Materialverlustes in Abhängigkeit von der Anzahl der Kauzyklen für (A) Kronen und (B) Antagonisten.

Fazit

Sowohl die Microlayering Keramiken als auch VEN ähnelten in ihrem Verschleißverhalten eher HUM als MZ. VEN zeigte dabei einen Verschleiß, der dem von HUM am ähnlichsten war. Durch den, mit steigender Anzahl der Kauzyklen erhöhten Materialverlust, kann es zu einem kompletten Abtrag der Microlayering Keramiken kommen.



Die hier vorgestellten Ergebnisse basieren auf der folgenden Studie: Stuhr S, Meinen J, Reise M, Edelhoff D, Ioannidis A, Gutmair K, Stawarczyk B. **Two-body wear of various microlayering ceramics on zirconia restorations: An in vitro study.** J Prosthet Dent 2025; in print.

Literatur

1. Bruhnke M, Awwad Y, Muller WD, Beuer F, Schmidt F. Mechanical Properties of New Generations of Monolithic, Multi-Layered Zirconia. Materials (Basel) 2022;16.
2. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. Biomaterials 1999;20:1-25.
3. Kontonasaki E, Rigos AE, Ilia C, Istantos T. Monolithic Zirconia: An Update to Current Knowledge. Optical Properties, Wear, and Clinical Performance. Dent J (Basel) 2019;7.
4. Rauch A, Schrock A, Schierz O, Hahnel S. Material selection for tooth-supported single crowns – a survey among dentists in Germany. Clinical Oral Investigations 2021;25:283-93.
5. Limones A, Molinero-Mourelle P, Azevedo L, Romeo-Rubio M, Correia A, Gomez-Polo M. Zirconia-ceramic versus metal-ceramic posterior multiunit tooth-supported fixed dental prostheses: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. J Am Dent Assoc 2020;151:230-8 e7.
6. Hoffmann M, Mayinger F, Stawarczyk B. Influence of different surface finishing procedures of strength-gradient multilayered zirconia crowns on two-body wear and fracture load: Lithium silicate or leucite glazing versus polishing? J Mech Behav Biomed Mater 2023;150:106307.
7. Leon Velastegui M, Montiel-Company JM, Agustin-Panadero R, Fons-Badal C, Sola-Ruiz MF. Enamel Wear of Antagonist Tooth Caused by Dental Ceramics: Systematic Review and Meta-Analysis. J Clin Med 2022;11.
8. Rosentritt M, Preis V, Behr M, Hahnel S, Handel G, Kolbeck C. Two-body wear of dental porcelain and substructure oxide ceramics. Clin Oral Investig 2012;16:935-43.
9. Heintze SD, Cavalleri A, Forjanic M, Zellweger G, Rousson V. Wear of ceramic and antagonist – a systematic evaluation of influencing factors in vitro. Dent Mater 2008;24:433-49.
10. Mair LH, Stolarski TA, Vowles RW, Lloyd CH. Wear: mechanisms, manifestations and measurement. Report of a workshop. J Dent 1996;24:141-8.
11. Rosentritt M, Bollin D, Schmidt MB, Rauch A. Stability and wear of zirconia crowns with microlayering. J Dent 2023;135:104560.
12. Stuhr S, Meinen J, Reise M, Edelhoff D, Ioannidis A, Gutmair K, et al. Two-body wear of various microlayering ceramics on zirconia restorations: An in vitro study. J Prosthet Dent 2025; in print.