

Die Metall-Keramik-Haftverbundprüfung mit zusätzlicher akustischer und optischer Sensorik



UNIVERSITÄT
KLINIKUM
TÜBINGEN

EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN



Ch. Schille, P. Bauer, G. Wedenig, J. Geis-Gerstorfer

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Sektion Medizinische Werkstoffe & Technologie (MWT),
Universitätsklinikum Tübingen



Einleitung

Der Schwickerath-Test nach ISO 9683 stellt eine Rissbeginnprüfung dar. Dabei wird für die Ermittlung des Haftverbundes F_{max} zugrunde gelegt (Abb. 2) [1]. Der Rissbeginn, der vor Erreichen von F_{max} ausgelöst wird, ist im F-D-Diagramm zumeist nicht erkennbar und nur mit zusätzlicher Sensorik messbar [2, 4]. Die zusätzliche Verwendung akustischer und/oder optischer Sensorik zur Prüfung des metallkeramischen Haftverbundes mit dem Schwickerath-Test nach ISO 9693 wurde bereits in anderen Studien beschrieben [3,4]. In der Untersuchung von Schweitzer et al [3] wurde eine Videokamera als optischer Sensor verwendet, um Aussagen über die Bruchart beim Ablösen der Keramik vom Metall machen zu können. Wood et al. [4] benutzten ein Mikrofon für das akustische Signal und konnten feststellen, dass das erste Rissgeschehen vor Erreichen von F_{max} eintrat und die Differenz zu F_{max} bis zu 2 N betrug.

Ziel der Studie

Das Ziel dieser Studie war, den Haftverbund nach ISO an einer CoCr-Aufbrennlegierung mit 18 verschiedenen Verblendkeramiken mit zusätzlicher akustischer und optischer Sensorik durchzuführen und zu prüfen, ob der Rissbeginn mit diesen Methoden besser quantifizierbar ist.

Material und Methode

Untersucht wurden die Verblendkeramiken: 1=Vintage Halo, 2=IPS Classic V, 3=Creation CC, 4=GC Initial MC, 5=Imagine Reflex, 6=VMK 95, 7=Antagon Interaction, 8=Omega 900, 9=Carat, 10=Starlight Ceram, 11=EX-3, 12=HeraCeram, 13=VM 13, 14=Duceram Kiss, 15=Vintage, 16=IPS d.Sign, 17=Nuance 850, 18=IPS InLine. Aus der Aufbrennlegierung Ankatit U (62,3Co-25,2Cr-6Mo-5W; E-Modul: 220 GPa) wurden für jede Verblendkeramik jeweils 10 Biegebalken (25x3x0,5 mm) gegossen. Nach dem Sandstrahlen und Reinigen wurden die Verblendmassen über eine Fläche von 8x3x1 mm mittels einer Schablone mittig auf die Biegebalken aufgebracht und nach Herstellerangaben 5-fach gebrannt (Opaquer 1 und 2, Dentin 1 und 2, Glanzbrand; Ofen: Programat X1, Ivoclar Vivadent AG, Lichtenstein). Der Haftverbundtest (Rissbeginnprüfung) erfolgte nach ISO 9683. In der 3P-Biegevorrichtung war im Boden eine Mikrofonkapsel eingebaut, deren akustisches Signal synchron mit dem Kraft-Weg-Diagramm aufgezeichnet wurde. Für die Auswertung wurde von jeder Messkurve F_{max} bestimmt und die Biegespannung berechnet. Für die optische Erfassung des Rissgeschehens in der Verblendkeramik wurde mit einer Mikroskopkamera bei 200facher Vergrößerung ein Video bis zum Ablösen der Verblendkeramik vom Metall aufgenommen und die Bilder der Messkurve zugeordnet.

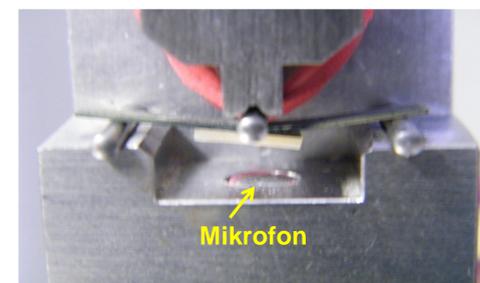
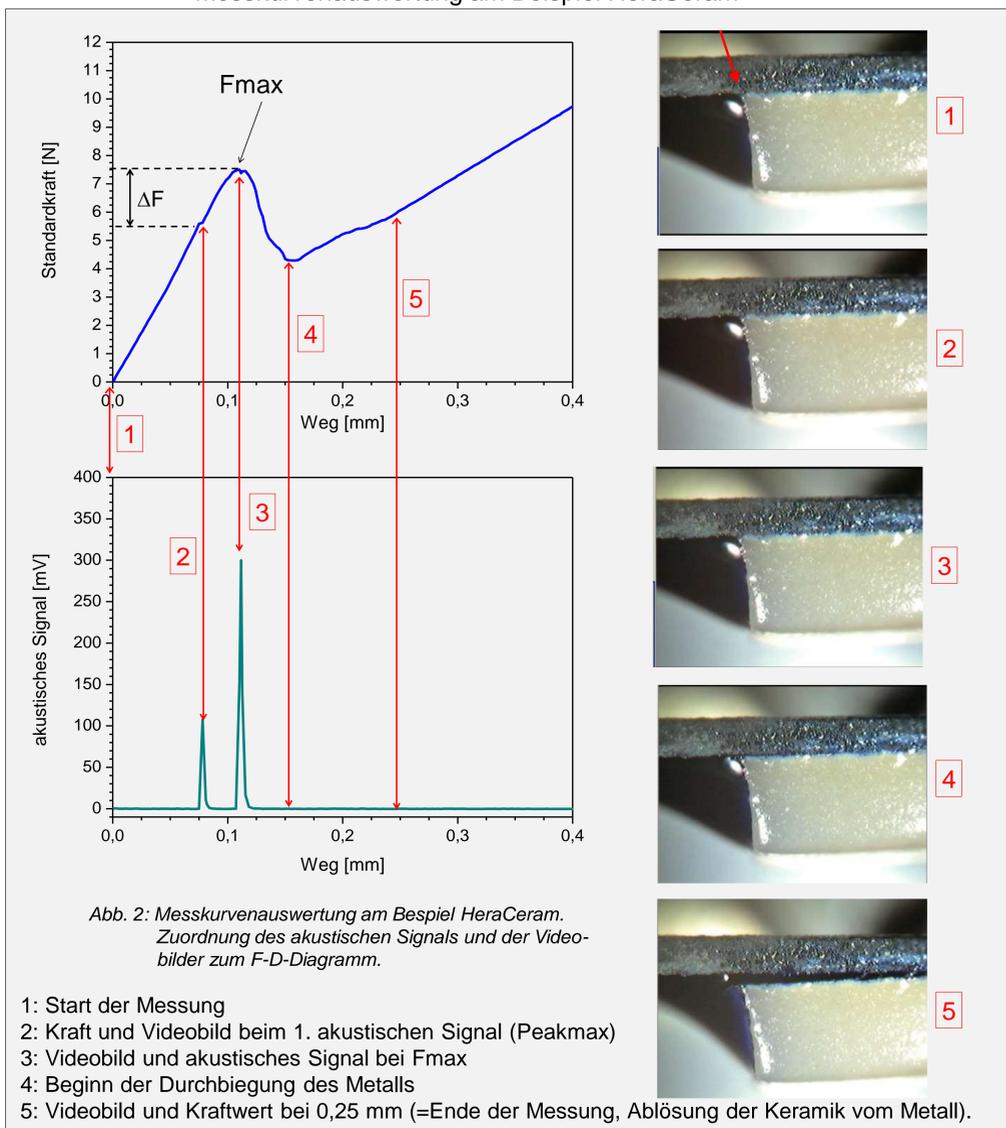


Abb. 1 : 3-Punkt-Biegevorrichtung nach Schwickerath mit zusätzlichem Mikrofon

Ergebnisse

Messkurvenauswertung am Beispiel HeraCeram



Berechnungen des Haftverbunds

Keramik	τ_b von F_{max} [MPa]	τ_b beim 1. akustischen Signal [MPa]	Häufigkeit des 1. akustischen Signals vor F_{max} (je n=10)
Antagon Interaction	33,58 ± 1,01	23,86 ± 12,56	5/10
Carat	32,41 ± 2,05	32,41 ± 2,05	0/10
Creation CC	37,82 ± 1,92	20,18 ± 13,62	10/10
Duceram Kiss	30,97 ± 1,82	22,75 ± 10,14	10/10
Ex-3	31,69 ± 2,09	25,73 ± 5,60	10/10
GC Initial MC	35,72 ± 2,36	27,70 ± 3,66	10/10
HeraCeram	31,39 ± 2,64	24,99 ± 6,68	9/10
Imagine Reflex	35,69 ± 1,67	28,27 ± 5,44	8/10
IPS Classic V	38,67 ± 1,75	34,66 ± 6,42	4/10
IPS d.Sign	30,48 ± 1,92	21,50 ± 11,17	7/10
IPS InLine	29,38 ± 2,50	25,95 ± 3,33	6/10
Nuance 850	29,61 ± 2,42	16,93 ± 10,54	6/10
Omega 900	33,38 ± 1,77	19,04 ± 10,85	10/10
StarLight Keramik	32,19 ± 2,44	11,52 ± 12,85	10/10
Vintage	30,96 ± 1,63	30,96 ± 1,63	0/10
Vintage Halo	39,58 ± 2,29	38,76 ± 3,66	1/10
VM13	31,16 ± 2,35	17,91 ± 10,00	9/10
VMK 95	33,95 ± 1,61	23,62 ± 10,91	7/10

Tab. 1: Berechneter Haftverbund aus F_{max} nach ISO sowie der berechnete Haftverbund beim 1. akustischen Signal für jede Keramik

Farbkodierung der Felder:
- grün: Haftverbund > 25 MPa
- gelb: Haftverbund > 20 < 25 MPa
- rot: Haftverbund < 20 MPa

Anmerkung zu Abb. 3:
Bauer [2] stellte fest, dass erste Risse bereits bei Kräften von bis zu 30% unterhalb von F_{max} auftreten. Dieser Umstand wurde bei der Berechnung von τ_b in Abb. 3 im Bereich 10 – 30% simuliert.

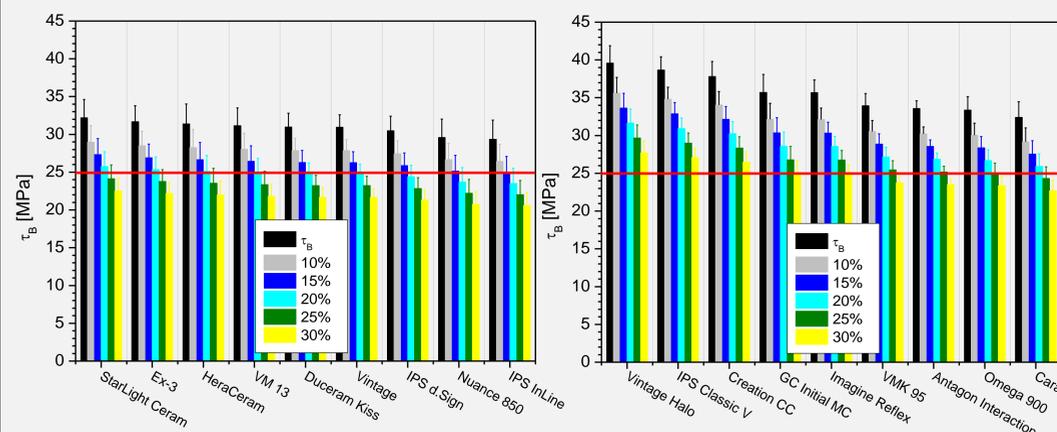


Abb. 3a/3b: Ranking der Haftverbundwerte aller getesteten Keramiken berechnet nach ISO 9683 (schwarze Balken) sowie ein simulierter früherer Rissbeginn von 10, 15, 20, 25 und 30% unterhalb von F_{max} ; (rote Linie: Mindestgrenzwert von 25 MPa nach ISO 9683).

Schlußfolgerung

Die Aufzeichnung des akustischen Signals unterstützt die Detektion des tatsächlichen Rissbeginns. Dies war bei der hier verwendeten 200-fachen Vergrößerung der optischen Sensorik hingegen nicht eindeutig möglich.

Literatur

- [1] ISO 9693: Metal-ceramic dental restorative systems. Beuth Verlag, 1999.
- [2] P. Bauer: Prüfung des Metall-Keramik-Haftverbunds zwischen einer Co-Basislegierung und verschiedenen Aufbrennkeramiken. Med. Diss Tübingen, 2011.
- [3] D.M. Schweitzer et al: Comparison of Bond strength of a Pressed Ceramic Fused to Metal versus Feldspathic Porcelain Fused to Metal. J Prosthodont, 14, 2005, 239-247.
- [4] M.C. Wood et al: A comparison of debonding strengths of four metal-ceramic systems with and without opaque porcelain. J Prosthet Dent 2007, 97, 141-149

Danksagung

Die Autoren danken der Firma ANKATIT-ANKA Guss GmbH für die Unterstützung.

Kontakt:

www.mwt-tuebingen.de

Zusammenfassung

- Die berechneten Biegespannungen lagen für alle Verblendkeramiken über der nach ISO geforderten Mindestgrenze von 25 MPa und reichten von $29,4 \pm 2,5$ (#18) bis $39,6 \pm 2,3$ MPa (#1).
- Die ermittelten Spannungswerte beim Peakmaximum des 1. akustischen Signals lagen bei allen Keramiken 10-30% unterhalb des Wertes der maximalen Biegespannung (s. Tab. 1, Abb. 3a/3b).
- Bei der **angenommenen** Kraftreduktion von 10% lag die berechnete Spannung bei allen Verblendkeramiken noch über der Mindestgrenze von 25 MPa, bei 20% erreichten dies 12, dagegen bei 30% nur noch 4 Verblendkeramiken (s. Abb. 3a/3b).
- Bei den **tatsächlich** ermittelten Spannungen beim 1. akustischen Signal lagen nur 8 Keramiken über der Mindestgrenze von 25 MPa, die restlichen 10 lagen darunter (s. Tab. 1). Dagegen waren Carat und Vintage die einzigen Keramiken, bei denen kein akustisches Signal vor Erreichen von F_{max} messbar war.