

Teleskopierender Zahnersatz aus CoCrMo und Zirkon-CoCrMo mit steuerbarer Friktion durch SAE-Funkenerosion.

Wissenschaftliche Studie über die Friktion in der Langzeitwirkung. Testsieger: SAE-Technologie

Verschleiß von Doppelkronen aus CoCrMo, Hochgold und Zirkonoxid

In-vitro Studie – Dr. Christin Arnold, Dipl.-Ing.(FH) – Martin-Luther-Universität Halle Wittenberg,
Direktor: Prof. Dr. med. dent. habil. Jürgen M. Setz

Einleitung und Ziel

Zukünftig wird sich innerhalb der Bevölkerungsstruktur der Anteil alter und sehr alter Patienten stark erhöhen. Die altersbedingte orale Morbidität geht trotz gesteigener Prävention im Bereich der Kariesprophylaxe und Parodontitis mit Zahnverlust und infolgedessen fehlenden antagonistischen Kontakten einher. Um den resultierenden morphologischen Strukturwandel weitestgehend zu verhindern gilt es die Lückensituationen zahnmedizinisch bzw. prothetisch zu rekonstruieren. Trotz großen Fortschritten im Bereich der Implantologie wird aus patientenspezifischen Gründen – wie stark atrophierten Kiefern, Abneigung gegen teilweise schmerzhaft operative knochenbauende Maßnahmen bzw. genereller Versagung zeitaufwendiger Behandlungen und nicht zuletzt aus Kostengründen – die herausnehmbare partielle Prothese als ein häufiges Therapiekonzept angewandt (Micheelis et al., 2006). Vor allem in Deutschland, gefolgt von Japan und Schweden wird dabei als Mittel der ersten Wahl als Verankerungselement die teleskopierende Doppelkrone verwendet (Wenz und Kern, 2007).

Neben der positiven klinischen Bewährung (Szentpétery et al., 2012; Behr et al., 2003; Verma et al., 2013) belegen weitere in-vivo Studien zudem eine hohe Akzeptanz bzw. eine gute bis sehr gute Patientenzufriedenheit bei einer doppelkronenverankerten Zahnersatzversorgung (Schalk, 2011). Überwiegend zeigt sich dabei, dass die Patientenzufriedenheit einerseits vom Kauvermögen (Funktion) und andererseits vom Prothesenhalt abhängig ist. Neben gesellschaftlich bedingten ökonomischen Gründen, unterschiedlichen Lehrmeinungen

und der enormen Materialvielfalt, die nicht zuletzt auch der digitalen Revolution geschuldet ist, haben sich zahlreiche Doppelkronenarten mit verschiedenen Funktionsweisen etabliert. Die Höhe der geforderten und der sowohl in-vivo als auch in-vitro ermittelten Retentionskräfte variieren dabei stark. Die Herstellung von doppelkronenverankertem Zahnersatz mit definierten Retentionskräften ist technisch nicht bzw. nur annähernd umsetzbar. Schlussfolgernd sollte die Gesamtretentionskraft ausreichend hoch, bestmöglich individuell einstellbar und vorallem gleichbleibend sein.

Ziel dieser Studie war somit die Quantifizierung der initialen Retentionswerte und des Verschleißes durch die Bestimmung der Retentionswerte nach artifizierter Alterung von Doppelkronenpaaren verschiedener Bauarten und Materialkombinationen.

Material und Methode

Die Grundlage für die Versuchsdurchführung bildete ein modifiziertes Unterkiefermodell mit elastischer Zahnfleischmaske und einer Restbezaugung von 33 und 43 der Firma KaVo (T2, KAVO GmbH, Biberach, D). Die Eckzähne wurden präpariert und anschließend jeweils 25-mal dubliert (Epoxidharz, Tri-Dynamics, Keystone-industries, Cherry Hill, USA; Abb. 1A). Aufgrund der Modellmodifikation konnten alle Stümpfe identisch und reversibel, sowohl elastisch als auch starr im Modell fixiert werden (Abb. 3). Zu dem Modell passend wurde eine Urprothese hergestellt (Abb. 1C). In diese Prothese konnten nacheinander zu prüfende Doppelkronenpaare verschraubt werden (Abb. 2A und B).



Abb. 1: Modifiziertes Urmodell A: präparierte Stümpfe;
B: zementierte Primärteleskope (EM/EM 0°);
C: Prüfprothese ohne Sekundärkronenpaare

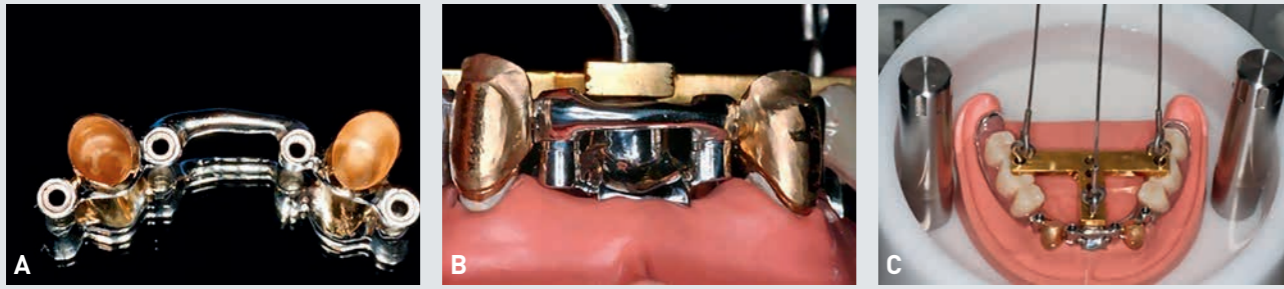


Abb. 2: A: Sekundärkronenpaar;
B: Sekundärkronenpaar verschraubt mit Prüfprothese;
C: in Z 010 fixiertes Speichelbad

Die dazugehörigen Primärteleskope wurden auf den jeweils dublierten, im Prüfmodell fixierten Stümpfen zementiert (Nimetic Cem, 3M Deutschland GmbH, Neuss, D; Abb. 1B). Die Herstellung der Prüfprothese und Probekörper erfolgte im Dentallabor Rübeling GmbH Bremerhaven. Es wurden fünf verschiedene Doppel-

kronenkombinationen getestet (Tab. 1 und 2). Jede Versuchsreihe beinhaltet jeweils fünf Doppelkronenpaare. Den alltäglichen Erfahrungen des Zahntechnikermeisters entsprechend, sollte für alle Doppelkronen die bestmögliche Retentionskraft geschaffen werden.

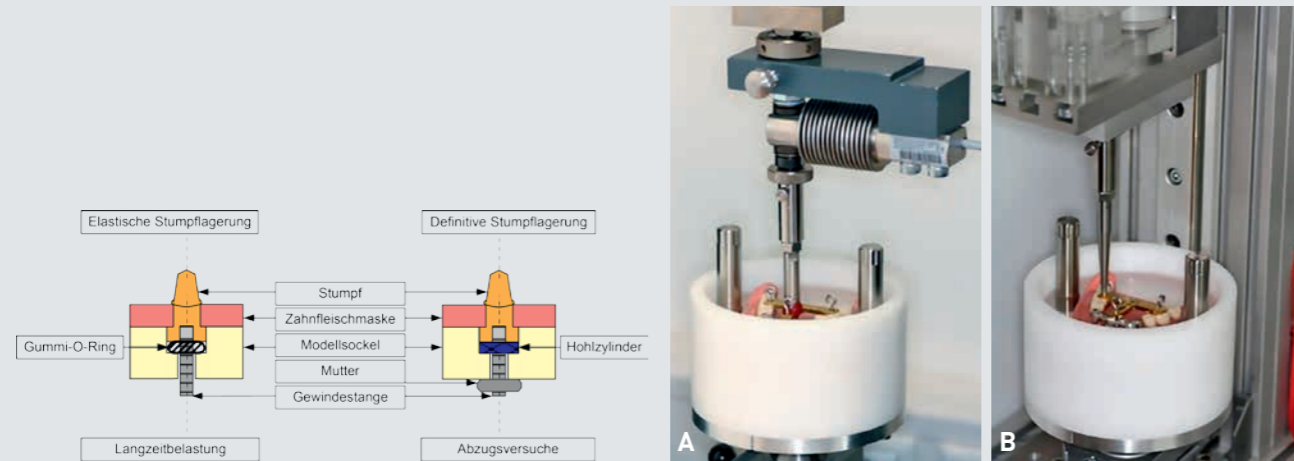


Abb. 3: Skizze - Stumpflagerung im modifizierten Urmodell

Abb. 4: Artifizielle Alterung A: Gängelmaschine B: Universalprüfmaschine

Folgende Doppelkronenarten wurden in dargestellter Materialkombination hergestellt und getestet:

Tab. 1: Versuchsreihen 1 und 2 – Doppelkronen mit Friktionsstift, Fräsung 2°

Versuchsreihe	1: Doppelkronen - ZrO ₂ /EMF mit Friktionsstift (FS)			2: Doppelkronen - EMF/EMF mit Friktionsstift (FS)		
	Primärkrone (2°)	Sekundärkrone	Friktionsstift (D: 1mm)	Primärkrone (2°)	Sekundärkrone	Friktionsstift (D: 0,9-0,95mm)
Material Hersteller	ZrO ₂ / Organic Zirkon Rübeling & Klar Dental-Labor, Berlin	Okta-M VS SAE DENTAL VERTRIEBS GMBH, Bremerhaven	Au-Draht / Degulor M Degu Dent GmbH, Hanau	Okta-C SAE DENTAL VERTRIEBS GMBH, Bremerhaven	Okta-M VS SAE DENTAL VERTRIEBS GMBH, Bremerhaven	CrCoMo-Draht SAE DENTAL VERTRIEBS GMBH, Bremerhaven
Zusammensetzung	ZrO ₂ ; HfO ₂ ; Y ₂ O ₃ >99,0 wt% Y ₂ O ₃ 5,15±0,20 wt% HfO ₂ <5,0 wt% Al ₂ O ₃ 0,25±0,10 wt% Fe ₂ O ₃ <0,1 wt% Na ₂ O <0,04 wt%	Co 61,1 wt % Cr 30,6 wt % Mo 6,50 wt % Si } <1 wt % Mn } C }	Au 65,0 % Ag 13,0 % Pt 8,9 % Pd 1,0 % Cu 11,5 % Ir 0,1 % Zn 0,5 %	Co 61,1 wt % Cr 32,0 wt % Mo 5,50 wt % Si keine Angaben Mn keine Angaben	Co 61,1 wt % Cr 30,6 wt % Mo 6,50 wt % Si } <1 wt % Mn } C }	gezogen und geschliffen Co 65,1 % Cr 28,0 % Mo 5,9 % Mn 0,5 % Si 0,5 %

Tab. 2: Versuchsreihen 3 + 4 – konventionelle Teleskope, Fräsung 0°; Versuchsreihe 5 – Konuskronen, Fräsung 6°

Versuchsreihe	3: Teleskope - EM/EM		4: Teleskope - EMF/EMF		5: Konuskronen - EM/EM	
	Primärkrone (0°)	Sekundärkrone	Primärkrone (0°)	Sekundärkrone	Primärkrone (6°)	Sekundärkrone
Material Hersteller	Bio RD 1 / Degunorm SAE DENTAL VERTRIEBS GMBH, Bremerhaven		Okta-C SAE DENTAL VERTRIEBS GMBH, Bremerhaven		Bio RD 1 / Degunorm SAE DENTAL VERTRIEBS GMBH, Bremerhaven	
Zusammensetzung	Au 73,8 % Ag 9,2 % Pt 9,0 % Cu 4,4 % Ir 0,1 % Zn 2,0 % In 1,5 %	Co 61,1 wt % Cr 32,0 wt % Mo 5,50 wt % Si keine Angaben Mn keine Angaben	Co 61,1 wt % Cr 30,6 wt % Mo 6,50 wt % Si } <1 wt % Mn } C }	Co 61,1 wt % Cr 30,6 wt % Mo 6,50 wt % Si } <1 wt % Mn } C }	Au 73,8 % Ag 9,2 % Pt 9,0 % Cu 4,4 % Ir 0,1 % Zn 2,0 % In 1,5 %	Co 61,1 wt % Cr 30,6 wt % Mo 6,50 wt % Si } <1 wt % Mn } C }

EMF: edelmetallfrei, EM: edelmetallhaltig

Die Gesamtretentionskräfte wurden initial und nach künstlicher Alterung gemessen. Alle Versuche erfolgten in einem Speichelbad (Abb. 2C) mit einer künstlichen Speichellösung aus Glandosane (Cell Pharm GmbH, Bad Vilbel, D) und destilliertem Wasser im Verhältnis von 2:1. Die initialen und finalen Retentionskraftmessungen erfolgten an der Universalprüfmaschine Z 010 (Zwick Roell GmbH, Ulm; D; Abb. 2C). Dabei wurden jeweils 20 Abzüge mit einer Abzugsgeschwindigkeit von 50 mm/min über eine Längenänderung von 3 mm vorgenommen. Zuvor wurde die Prothese mit 50 N belastet. Für die Verbindung der Prüfprothese zur oberen Traverse der Prüfmaschine (Kraftmessdose) wurde sowohl für die Retentionsmessungen als auch für die Alterungssimulation ein T-Kreuz (Messing) auf der Prothese fixiert (Abb. 2B und C).

Die künstliche Alterung beinhaltete neben Kaubelastungen in der Gängelmaschine (IT 116G isel Motor, Nanotec GmbH, München, D; non-axial, 25 000 Zyklen pro Quadrant in regio 36 und 46, Auflast 50 N; Abb. 4A) auch eine Simulation von Prothesen – Ein- und Ausgliederungen (Universalprüfmaschine Z010; axial, 15 000 Zyklen, 10 mm/s, Auflast 20 N; Abb. 4B). Bei der Simulation der Kaubewegung wurden die Stümpfe der klinischen Situation entsprechend elastisch gelagert. Sowohl für die Bestimmung der Retentionskräfte, als auch bei der Ein- und Ausgliederungssituation war eine starre Fixierung der Stümpfe notwendig (Abb. 3). Die statistische Auswertung der Messwerte erfolgte mit dem SPSS Programm 20.00 (SPSS Science Inc., USA), speziell mit dem H-Test nach Kruskal-Wallis (p<0,05) und dem U-Test nach Mann-Whitney.

Ergebnisse

Wie die Abb. 6 zeigt, erreichten die edelmetallfreien (EMF) Doppelkronen mit Friktionsstift (FS) mit 13,9±5,7 N mittelwertig die höchsten initialen Retentionswerte. Die Doppelkronen gleicher Bauart, mit den CAD/CAM gefertigten Primärteleskopen aus Zirkoniumdioxid (ZrO₂) erreichten mit 12,2±2,3 N ähnliche hohe Ausgangswerte (p=0,352). Wobei hier die geringere Standardabweichung die auffallend geringere Variabilität der Werte verdeutlicht.

Die edelmetallfreien Teleskope liegen mit dem mittelwertigen Initialwert von 12,5±5,1N im Bereich der Ausgangswerte von den Doppelkronen mit FS. Auch hier zeigte sich, wie bei den EMF-Doppelkronen mit FS eine große Streuung der Werte. Hochsignifikant niedrigere Initialwerte erreichten die edelmetallhaltigen (EM) Teleskope (p<0,001) mit 9,6±4,4 N und die Konuskronen mit 6,0±2,4 N.

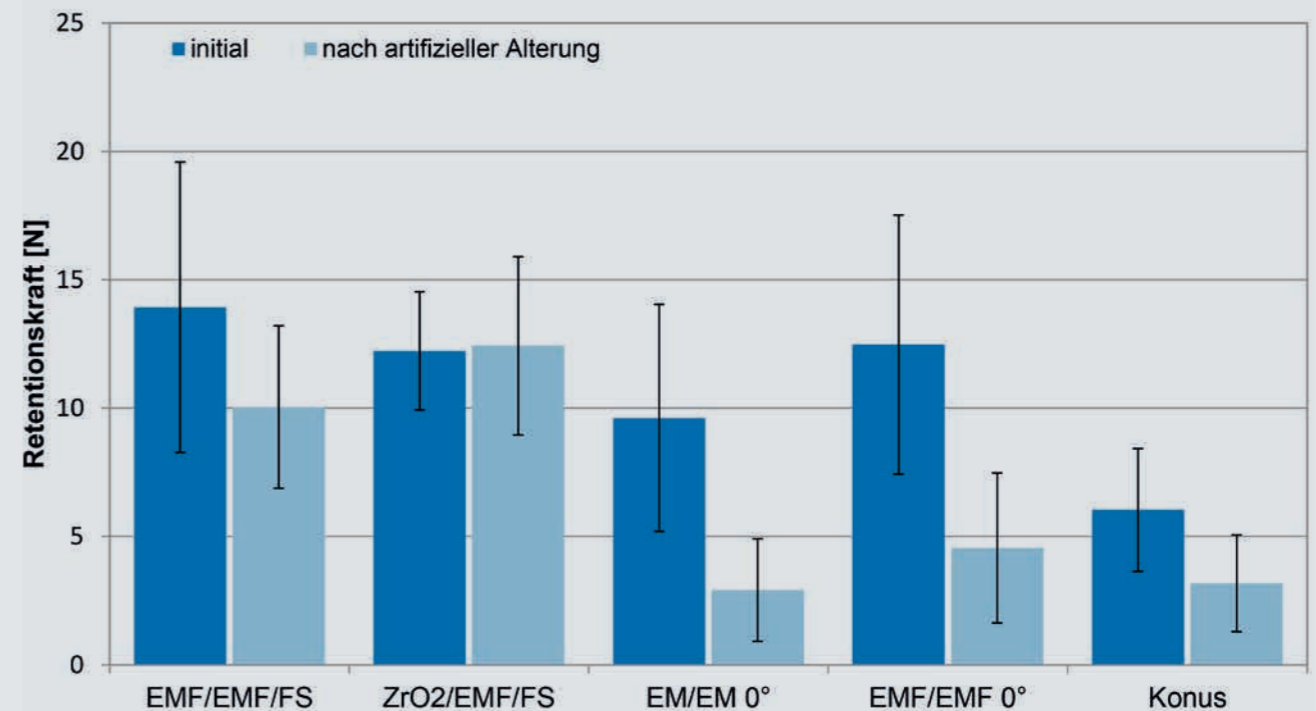


Abb. 6: Darstellung der mittelwertigen initialen Retentionskräfte sowie nach artifizierlicher Alterung

Die Simulation einer dreimaligen Ein- und Ausgliederung über eine Tragedauer von knapp 14 Jahren, einhergehend mit auf die Doppelkronen non-axial wirkenden Kaubewegungen, führte am deutlichsten bei den konventionellen Teleskopen in Bezug auf die jeweiligen Ausgangswerte zu starken Retentionskraftverlusten (EMF/EMF: 64 %; EM/EM: 70 %). Auch bei den Konuskronen verringerte sich der mittelwertige initiale Wert fast um die Hälfte auf 3,2±2,4 N.

Bei den EMF-Doppelkronen mit FS verringerte sich der Ausgangswert um knapp 4 N (28 %). Statistisch konnte nur bei den ZrO₂-Doppelkronen mit Au-FS nach der artifizierlichen Alterung kein Unterschied zu deren mittelwertigen Ausgangswerten nachgewiesen werden (p=0,857). Die mittleren finalen Retentionswerte der ZrO₂-Doppelkronen mit FS (12,4±3,5 N) und der EMF-Doppelkronen mit FS (10,0±3,2 N) sind im Vergleich zu den Versuchsreihen der Teleskope und Konuskronen hochsignifikant höher (p<0,001).

Diskussion

Klinisch wurden bei verschiedenen in-vitro Studien an Patienten ähnliche Gesamtretentionswerte an doppelkronenverankerten Prothesen gemessen. Vor allem die ZrO₂-Doppelkronen mit Au-FS liegen mit 12,23 N im Bereich der Ausgangswerte der klinischen Studie von Bayer et al. (2012; median 12,9 N). Wagner und Kern (2000) ermittelten nach 10-jähriger Tragedauer Gesamtretentionskräfte an mit Konuskronen verankertem Zahnersatz von 4,9 N. Das ist im Vergleich zum Mittelwert in dieser Studie leicht erhöht, liegt aber im Bereich der gemessenen Werte (STABW) der Konuskronen. Die klinischen initialen Abzugskräfte unterlagen bei Bayer et al. (2012) hohen Schwankungen, was durch die vergleichsweise hohe Standardabweichung der Teleskope und EMF-Doppelkronen mit FS in dieser in-vitro Studie experimentell ebenfalls bestätigt wird.

Das überwiegend kontinuierliche Retentionsverhalten von Doppelkronen in Verbindung mit ZrO₂-Primärkronen zeigte sich ebenso in einer in-vitro Studie von

Engels (2012). Auch die bei den Teleskopen und Konuskronen aufgezeigten Retentionskraftverluste werden in der Literatur in verschiedenen in-vitro Studien bestätigt (Güngör et al., 2004; Ohkawa et al., 1990).

Das unterschiedliche Verschleißverhalten ist vermutlich überwiegend auf die verschiedenen Designs zurückzuführen. So erzeugt die 2° – Fräsung sowie die durch den Friktionsstift geführte Bewegung der ZrO₂ – bzw. EMF – Doppelkronen mit FS einen minimalen Flächenkontakt bei der Fügung (Abzug) der Kronen. Die Gleitreibungskraft und somit der Reibungsverschleiß sind deutlich vermindert. Im Gegensatz dazu entsteht bei den Teleskopen über die gesamte Füge- bzw. Abzugslänge ein flächiger Umfangskontakt. Dieser könnte somit die Ursache für den erhöhten Verschleiß sein. Bei den Konuskronen ist durch die 6° der Flächenkontakt beim Fügen ebenfalls stark reduziert, was im Vergleich zu den Teleskopen den vergleichsweise um ca. 20 % geringeren Retentionsverschleiß erklären kann.

Fazit

Der in-vitro Studie entsprechend hat sowohl die gewählte Materialkombination als auch das Design der Doppelkronen einen Einfluss auf das Verschleißverhalten. Trotz einem klinisch relevanten Retentionskraftverlust bei den Teleskopen und Konuskronen, liegen alle mittelwertigen Retentionswerte nach der simulierten Alterung in einem – von Patienten im Hinblick auf Funktion und Zufriedenheit bestätigten (Schalk, 2011) – klinisch akzeptablen Bereich.

Der geringe bzw. ohne Auswirkung auf die Retentionskraft vorliegende Verschleiß bei den ZrO₂-Doppelkronen mit Gold-Friktionsstift, aber auch das vergleichsweise niedrige Verschleißverhalten der edelmetallfreien Variante dieser Art lassen dieses Doppelkronensystem klinisch als empfehlenswert erscheinen. Zumal bei eventuellem Retentionskraftverlust eine Erhöhung der Retentionskraft durch Biegung (Aktivierung) des Friktionsstiftes möglich ist. Durch die gleichzeitige Möglichkeit der Deaktivierung der Retentionskraft scheint somit eine individuell angepasste und dauerhafte Retention für den Patienten realisierbar.

Literatur

1. Micheelis W et al.: Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV), Materialienreihe Band 31, Deutscher Zahnärzterverlag 2006
2. Wenz HJ, Kern M: Langzeitbewährung von Doppelkronen. Quintessenz Zahntechnik. 2007; 33(12): 1482-1494
3. Szentpétery V, Lautenschläger C, Setz M: Frictional Telescopic Crowns in Severely Reduced Dentitions: A 5-Year Clinical Outcome Study. Int J Prosthodont 2012; 25:217-220
4. Behr M, Hofmann E, Rosentritt M, Lang R, Handel G: Technical failure rates of double crown-retained removable partial dentures. Clin Oral Invest 2000; 4:87-90
5. Verma R, Joda T, Brägger U, Wittneben JG: A Systematic of the Clinical Performance of Tooth-Retained and Implant-Retained Double Crown Prostheses with a Follow-Up of > 3 Years. J Prosthodont 2013; 22:2-12
6. Schalk S.: Eine objektive und subjektive Beurteilung der Retentionskräfte verschiedener Verbindungselemente an herausnehmbaren Teilprothesen. Med. Diss., Halle Saale, 2011
7. Bayer S, Stark H, Gözl L, Keilig L, Kraus D, Hansen A, Enkling N: Clinical retention force development of double crowns. Clin Oral Invest 2012; 16:407-411
8. Wagner B, Kern M: Clinical evaluation of removable partial dentures 10 years after insertion: success rates, hygienic problems and technical failures. Clin Oral Invest 2000; 4:74-80
9. Engels J, Schubert O, Güth JF, Hofmann M, Jauernig Ch, Stimmelmayr M, Beuer F: Wear behavior of different double-crown systems. Clin Oral Invest 2013; 17(2):503-10
10. Güngör MA, Artunc C, Sonugelen M: Parameters affecting retentive force of conus crowns. J Oral Rehabil 2004; 31:271-277
11. Ohkawa S, Okane H, Nagasawa T, Tsuru H: Changes in retention of various telescope crown assemblies over long-term use. J Prosthet Dent 1990; 64:153-158
12. Prof. Dr. Heiner Weber, ZT Gerd Frank, ZTM Jochen Diehl, Dipl.-Ing. Jürgen Geis-Gerstorfer: Kombiniert festsitzend /herausnehmbarer Zahnersatz aus Nichtedelmetall, Sonderdruck aus Zahnärztliche Mitteilungen Heft 17/88, 78 JG



SAE DENTAL VERTRIEBS GMBH

Langener Landstraße 173 · D-27580 Bremerhaven
Tel.: +49 (0)471 9 84 87 45 · Fax: +49 (0)471 9 84 87 44
E-Mail: info@sae-dental.de · Internet: www.sae-dental.de