

Aus der Abteilung für Experimentelle Zahnheilkunde der
Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Vergleich verschiedener Prüfmethode n zur Bestimmung der
Verbundfestigkeit zwischen einer Kobalt-Chrom-Legierung und
einer Verblendkeramik

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Manuela Mietko

aus Forst/Lausitz

Gutachter: 1. Priv.-Doz. Dr. R. Strietzel
2. Priv.-Doz. Dr. med. St. Hägewald
3. Prof. Dr. J. M. Setz

Datum der Promotion: 01.06.2008

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	7
2	SCHRIFTTUM	8
2.1	Material	8
2.1.1	Keramik	8
2.1.2	Metall	9
2.1.3	Metall-Keramik-Verbund	9
2.1.3.1	Kräfte für den Verbund.....	10
2.1.3.2	Bedeutung der Kräfte für den Verbund.....	11
2.1.4	Einfluss der Verarbeitung	12
2.1.4.1	Gerüsterstellung.....	12
2.1.4.2	Verblendung.....	15
2.2	Prüfung des Verbundes	17
2.2.1	Kräfte	17
2.2.1.1	Einteilung der Kräfte.....	17
2.2.1.2	Ursachen für die Entstehung der Kräfte.....	19
2.2.1.3	Chemische Einflüsse.....	21
2.2.2	Prüfverfahren	25
2.2.2.1	Das Medizinproduktegesetz.....	25
2.2.2.2	Einteilung von Prüfverfahren.....	26
2.2.2.3	Eignung der Verfahren.....	28
2.2.3	Klinische Situation	31
2.2.3.1	Überlebensdauer von metallkeramischen Restaurationen.....	31
2.2.3.2	Testverfahren vs. klinische Erfahrungen.....	32
3	MATERIAL UND METHODE	34
3.1	Material	34
3.1.1	Verwendete Legierung	34
3.1.1.1	Technische Daten.....	34

3.1.2	Verwendete Verblendkeramik.....	35
3.1.2.1	Technische Daten.....	35
3.1.3	Prüfkörperherstellung.....	36
3.1.3.1	Prüfkörper für den SCHWICKERATH-TEST.....	36
3.1.3.2	Prüfkörper für den VOSS-TEST.....	37
3.1.3.3	Prüfkörper für den PÜCHNER-TEST.....	38
3.1.3.4	Prüfkörper für den Abschrecktest.....	39
3.1.4	Zusammenstellung der Korrosionslösung.....	40
3.2	Methode.....	41
3.2.1	Lagerung der Prüfkörper.....	41
3.2.2	Durchführung der Tests.....	41
3.2.2.1	SCHWICKERATH-TEST.....	41
3.2.2.2	VOSS-TEST.....	42
3.2.2.3	PÜCHNER-TEST.....	43
3.2.2.4	Abschrecktest.....	43
4	ERGEBNISSE.....	45
4.1	Ergebnisse des SCHWICKERATH-TESTS.....	45
4.2	Ergebnisse des VOSS-TESTS.....	47
4.3	Ergebnisse des PÜCHNER-TESTS.....	50
4.4	Ergebnisse des Abschrecktests.....	54
4.5	Korrelation der Messmethoden.....	57
5	DISKUSSION.....	62
5.1	Fehlerbetrachtung.....	62
5.1.1	SCHWICKERATH-TEST.....	62
5.1.1.1	Herstellung der SCHWICKERATH-PLÄTTCHEN.....	62

5.1.1.2	Prüfkörpergeometrie.....	64
5.1.1.3	Messfehler.....	65
5.1.2	VOSS-TEST	66
5.1.2.1	Herstellung der Kronen.....	66
5.1.2.2	Maßhaltigkeit der Kronen.....	68
5.1.2.3	Messfehler.....	68
5.1.3	PÜCHNER-TEST	69
5.1.3.1	Herstellung der PÜCHNER-STÄBCHEN.....	69
5.1.3.2	Prüfkörpergeometrie.....	70
5.1.3.3	Messfehler.....	70
5.1.4	Abschrecktest	70
5.1.4.1	Herstellung der Kronen.....	70
5.1.4.2	Maßhaltigkeit der Kronen.....	71
5.1.4.3	Messfehler.....	71
5.2	Diskussion der Messwerte	71
5.2.1	SCHWICKERATH-TEST	71
5.2.2	VOSS-TEST	73
5.2.3	PÜCHNER-TEST	74
5.2.4	Abschrecktest	75
5.2.5	Vergleich der Versuche	77
5.2.5.1	Vergleich der Kräfte.....	78
5.2.5.2	Praktikabilität der Versuche.....	80
5.2.5.3	Realitätsnähe der Versuche.....	81
5.2.5.4	Quintessenz der Versuche.....	83
5.3	Klinische Bedeutung	85
6	ZUSAMMENFASSUNG	87
6.1	Summary	89
7	LITERATUR	91
8	ANHANG	101

8.1	Messwerte des SCHWICKERATH-TESTS.....	101
8.1.1	Einzelwerte.....	101
8.2	Messwerte des VOSS-TESTS.....	103
8.2.1	Einzelwerte.....	103
8.3	Messwerte des PÜCHNER-TESTS.....	104
8.3.1	Einzelwerte.....	104
8.4	Werte des Abschrecktests.....	106
8.4.1	Einzelwerte und Spätsprungprotokoll.....	106
8.5	Korrelation zwischen den einzelnen Versuchen.....	107
	DANKSAGUNG.....	108
	LEBENS LAUF.....	109

6 ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel dieser Arbeit war es, vier verschiedene Prüfverfahren für die Verbundfestigkeit zwischen Metall und Keramik in zahnärztlichen Restaurationen vergleichend gegenüberzustellen.

Als Prüfmethode wurden der international normierte Drei-Punkt-Biegetest nach SCHWICKERATH (DIN EN ISO 9693), der VOSS-TEST, der Zugversuch nach PÜCHNER sowie ein Abschrecktest gewählt. Am Beispiel der aufbrennfähigen Kobalt-Chrom-Legierung WIROBOND C (BEGO, Bremen, Deutschland) und einer geeigneten Verblendkeramik OMEGA 900 (VITA, Bad Säckingen, Deutschland) wurden die Versuche vollzogen und anschließend kritisch gewertet.

Für jeden Test sind 50 Prüfkörper angefertigt worden. In Serien zu zehn Stück wurden die Proben unterschiedlich gelagert. Je eine Reihe wurde „drei Monate trocken“ gelagert, eine Reihe kam für „drei Monate in Wasser“, eine weitere Reihe lag „sechs Monate in Wasser“ und zwei der Gruppen wurden „drei“ bzw. „sechs Monate in einer Natriumchlorid/Milchsäure-Korrosionslösung“ aufbewahrt. Bei vier Verfahren galt es insgesamt 20 Serien zu testen.

Die Prüfkörper erreichten im SCHWICKERATH-TEST Werte zwischen 34,9 MPa bis 37,4 MPa. Beim VOSS-TEST wurden Kräfte von 1400 N bis 2836 N gemessen. Der PÜCHNER-TEST erzielte Werte zwischen 31,1 MPa und 33,1 MPa und im Abschrecktest traten die ersten Defekte an den Kronen bei einer Temperatur von 150 °C auf.

Die erreichten Messwerte lagen damit alle insgesamt in Bereichen, wie sie auch in der Literatur zu finden sind. Wasser und Korrosionslösung hatten auf SCHWICKERATH-TEST, PÜCHNER-TEST und Abschrecktest keine Auswirkung. Beim VOSS-TEST kam es zu einem signifikanten Abfall der gemessenen Druckscherfestigkeitswerte, den es jedoch kritisch zu diskutieren galt.

Der Vergleich der Versuche ergab keine Abhängigkeit der erzielten Werte untereinander.

Bei der Betrachtung der einzelnen Prüfverfahren unter dem Gesichtspunkt der verschiedenen gemessenen Kräfte wurde festgestellt, dass jeder Test eine andere Komponente im Haftverbund prüft. Prüfkörperherstellung und Ablauf der Prüfung sind unterschiedlich aufwendig und mit Fehlermöglichkeiten behaftet.

Die Eignung der Verfahren, um Aussagen zum Metall-Keramik-Haftverbund zu treffen, muss kritisch betrachtet werden. Insbesondere der Versuch nach PÜCHNER

eignet sich neben seiner schwierigen Probenherstellung wenig für die Quantifizierung des Metall-Keramik-Verbundes. Der PÜCHNER-TEST zeigt jedoch, dass die chemische Verbindung zwischen Metall und Keramik den überwiegenden Anteil am Verbund trägt. Retentive und kohäsive Elemente versagen bei der Prüfung vor der Zerstörung der Haftoxidschicht.

SCHWICKERATH- und VOSS-TEST entsprechen am ehesten einer aussagefähigen Methode zur Verbundfestigkeit. Der Abschrecktest prüft vorrangig technische Parameter bei der Anfertigung einer Metall-Keramik-Krone. Die Ergebnisse nutzen vor allem dem Zahntechniker. Dieses Testverfahren gibt Informationen über interne Spannungen im System, die durch Verarbeitung und nicht kompatible Metall-Keramik-Kombinationen verursacht werden.

In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass ein einfacher Vergleich der gewählten Prüfverfahren so nicht möglich ist. Unter verschiedenen Blickwinkeln haben die vorgeschlagenen Methoden jede für sich eine Berechtigung. Die Empfehlungen für ihre Anwendung richten sich aber nach der entsprechenden Fragestellung im Metall-Keramik-Haftverbund.

6.1 Summary

The aim of this thesis was to carry out and compare four different test methods for metal ceramic bond strength in fixed prosthodontics. Among these test methods were the crack-initiation test according to SCHWICKERATH (DIN EN ISO 9693), the VOSS procedure, the tensile bond strength test according to PÜCHNER as well as a thermal shock test for ceramic-metal systems.

The four test methods were applied to the cobalt-chromium-based metal alloy WIROBOND C (BEGO, Bremen, Germany) with the suitable porcelain VITA OMEGA 900 (VITA, Bad Saeckingen, Germany) and subsequently critically evaluated.

Fifty samples were produced for each test method and divided up into five series of ten samples each. Each series was exposed to one of the following preconditions: water (three months or six months), corrosive solution (three months and six months) or dry storage. Twenty series had to be tested altogether, with five series for each test method and each precondition.

When exposed to the crack-initiation test, values between 34,9 MPa and 37,4 MPa were attained by the samples. The bond strength measured in the VOSS procedure was in the range of 1400 N and 2836 N, values in the tensile bond strength test (PÜCHNER) ranged from 31,1 MPa to 33,1 MPa. When exposed to the thermal shock test, the first damages to the crowns became obvious at a temperature of 150 °C.

The revealed values were similar to the results of previous studies. Neither water nor the corrosive solution had an effect on the test results according to SCHWICKERATH, PÜCHNER or the thermal shock test. When exposed to the VOSS procedure (pressure load test), the values displayed a general reduction – a result which called for thorough discussion.

The comparison of the tests did not exhibit any dependence or correlation of the obtained values among themselves. With regard to the forces measured, it can be concluded that each test method aims at testing a different component of the metal ceramic bond. Moreover, the productions of the samples differ in their complexity and the subsequent testing process is afflicted with the possibility of error.

The appropriateness of the methods for general statements about the metal ceramic bond is to be regarded critically. Especially the test according to PÜCHNER is less suitable for the quantification of the metal ceramic bond, but indicates that the

chemical compound is the main component of a metal ceramic bond. Retentive and cohesive elements fail during the test before destruction of the oxide layer.

While the methods according to SCHWICKERATH and VOSS are most appropriate for assessing the bond strength in general, the thermal shock test seems fitting for analyzing technical factors in manufacturing metal ceramic crowns. These results are valuable for the work of dental technicians, as the thermal shock test gives information about internal tensions which are caused by the manufacturing production method or incompatible metal ceramic combinations.

The present study indicates that a straightforward comparison of the chosen test methods is hardly realizable. When judged from different perspectives, each proposed method is qualified for testing a certain component of the metal ceramic bond which implies that recommendations regarding their utilization depend on the question to be answered, regarding metal ceramic bond.

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich in aller Deutlichkeit Herrn PD Dr. Roland Strietzel für die Bereitstellung eines geeigneten Themas zur Abfassung dieser Dissertation danken. Er stand mir jederzeit mit Tipps und Hinweisen zur Seite. In Zeiten meiner Examina bewies er die notwendige Geduld.

Der Firma BEGO danke ich für die Bereitstellung der Materialien zur Ausführung der labortechnischen Arbeiten. Bei Frau Monika Poppinga möchte ich mich ganz besonders für ihre Hilfe und freundliche Unterstützung bei den Prüfungen an der Universalprüfmaschine bedanken.

Ein ausdrücklicher Dank geht an das Dentallabor Dirk Sommerfeld in Berlin. Dort bekam ich die Möglichkeit über viele Wochen hinweg einen Arbeitsplatz und unentgeltlich alle Geräte für die Herstellung der Prüfkörper zu nutzen.

Mein Dank gilt ebenso den Mitarbeitern der Abteilung für Zahnheilkunde der Charité, Zahnklinik Süd Berlin, insbesondere Frau Bölling für die Hilfestellung bei dem Drei-Punkt-Biegeversuch nach SCHWICKERATH.

LEBENS LAUF

Mein Lebenslauf wird aus Datenschutzgründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht mit veröffentlicht.

Manuela Mietko

ERKLÄRUNG

„Ich, Manuela Mietko, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: „Vergleich verschiedener Prüfmethode n zur Bestimmung der Verbundfestigkeit zwischen einer Kobalt-Chrom-Legierung und einer Verblendkeramik“ selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Manuela Mietko