

Der Einfluss verschiedener Poliersysteme auf zahnärztliche Verblendmaterialien

Zusammenfassung

Mit experimentellen Untersuchungen wurde der Wirkungsgrad von sieben Poliersystemen (Dia Finish, Kohinor, Dia Glace, Kenda, Shofu, UNOR, Opal) an sieben Keramiken (Empress, Alpha-Keramik, Celay, Cerec, Vita-Titan-Keramik, Ti-Bond-Keramik, Duceratin), an vier Kunststoffen (Visiogem, Spectrasit, Petric, Kunststoffzahn) und am natürlichen Zahnschmelz getestet. Die Oberflächenqualität von 100 Prüfkörpern wurde mit dem Profilometer und dem Rasterelektronenmikroskop untersucht und beurteilt.

Sehr feine Oberflächen ergaben die Politur der Keramikwerkstoffe mit Kohinor und Dia Finish. Bei den Kunststoffen erreichte der Kunststoff Spectrasit durch Politur mit Dia Finish, Dia Glace und Opal die feinste Oberflächenpolitur. Mit den geprüften Poliersystemen können intraoral an Keramikwerkstücken Resultate erzielt werden, die bezüglich Oberflächenfeinheit der glasurgebrannten Porzellanfläche ebenbürtig sind oder sie gar übertreffen können. Somit ist nach Schleifkorrekturen an Keramikwerkstücken kein zusätzlicher Glasurbrand mehr angezeigt.

Für die Ausarbeitung und Aufpolierung zementierter Inlays aus Keramik oder Kunststoff können die Poliersysteme Dia Finish und Kohinor besonders empfohlen werden. Da die Resultate bei menschlichem Zahnschmelz ähnlich günstig ausgefallen sind, wird verständlich, dass bei der Schlusspolitur zementierter Werkstücke auch ein homogener Übergang von Schmelz, Dualzement und Keramikfüllung zu erreichen ist.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 111: 282–291 (2001)

Schlüsselwörter: Keramikpolitur, Kunststoffpolitur, Poliersysteme, Verblendmaterialien, Profilogramme

Zur Veröffentlichung angenommen:
4. Dezember 2000/Heft 3/2001

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Jakob Wirz, Zentrum für Zahnmedizin
der Universität Basel
Hebelstrasse 3, CH-4056 Basel
Tel. 061/267 26 26
Fax 061/267 26 77

DAOUD WARDAK, JAKOB WIRZ und
FREDY SCHMIDLI

Institut für zahnärztliche Werkstoffwissenschaft, Technologie
und Propädeutik, Zentrum für Zahnmedizin der Universität
Basel

Einleitung

Da bei der Einprobe und beim definitiven Einsetzen von Kronen, Brücken, Inlays und Onlays oft Schleifkorrekturen vorgenommen werden müssen, entstehen Oberflächenunebenheiten bzw. Rauheiten, welche eine Zunahme der Plaqueretention und damit das Wachstum von Bakterien begünstigen. Zudem können Oberflächenrauheiten zu okklusalen Interferenzstörungen und zu einem erhöhten Verschleiss am Antagonistenzahn führen. Oberflächenrauheiten am Zahnersatz werden auch vom Patienten als unangenehm und störend empfunden, was das Fremdkörpergefühl verstärkt.

Durch eine adäquate Politur wird die Plaqueansammlung an der gesamten Zahnoberfläche und vor allem an der Übergangszone zwischen Zahnhartsubstanz und Werkstoffen vermindert; somit leistet die Politur auch einen wesentlichen Beitrag zur Prävention parodontaler Erkrankungen, beseitigt allfällige okklusale Interferenzen und erhöht das subjektive Wohlbefinden des Patienten (CAMPBELL 1989; FEHR & MÖRMANN 1995).

Mit herkömmlichen Politurverfahren war es bislang nicht möglich, nach Schleifkorrekturen die durch den Glasurbrand einer Keramikoberfläche erzielte Oberflächenglätte zu erreichen. Ein zusätzlicher Glasurbrand im Labor war somit in der Regel unerlässlich, und die Gefahr der Schädigung allfällig bestehender Lötstellen musste in Kauf genommen werden (WIRZ & SCHMIDLI 1987a, WIRZ et al. 1992b).

Die Polierbarkeit von Kompositen in Abhängigkeit ihres unterschiedlichen Füllstoffgehaltes und der Füllstoffgrösse wurde bereits von VENZ (1983) geprüft. Es wurden Kompositprüfkörper mit Polierscheiben verschiedener Feinheit bearbeitet. REM-optisch und profilometrisch konnten die Autoren feststellen, dass die stufenweise Bearbeitung mittels Aluminium-Polier-

scheiben (Sof-Lex 3M) die geeignetste Methode zur optimalen Glättung und Politur von Füllungs-Kompositen sei. Die besten Resultate erreichten Kunststoffe mit feinen und mikrofeinen Füllstoffen. Ferner wurden eindeutig bessere Resultate mit Sof-Lex Disks gegenüber elastischen Polierern erzielt. Elastische Poliermittel erzeugten makroskopisch hochglänzende Flächen, die sich jedoch bei der REM-Untersuchung und in der Profilometrie als wesentlich rauer erwiesen als die mit Disks behandelten Flächen.

SCHMID et al. (1991) untersuchten bei 104 direkten okklusalen Sofortinlays aus Komposit und Keramik die Destruktivität von vier Finier- und Poliersystemen. Als Ausarbeitungsinstrumente dienten Finierdiamanten, weisse Steinchen, flexible Disks und Gummipolierer. Die Oberflächenrauheiten wurden dabei mit einem Tastschnittgerät gemessen. Das Disk-Finier- und Poliersystem (Sof-Lex Pop-on Discs) erzielte einheitlich die besten Ergebnisse. Silikonpoliergummi und weisse Steinchen erzeugten dagegen die meisten Randdestruktionen. Ferner konnten die Autoren feststellen, dass Finierdiamanten und flexible Disks sich am besten für das Finieren und Polieren von zahnfarbenen adhäsiven Inlays aus Keramik eignen. Sie konnten eine signifikante Schonung der Schmelz- und Inlayränder sowie des Zementierungskomposit im Vergleich zu weissen Steinchen und Silikonpoliergummi nachweisen.

WIRZ et al. (1992 b) prüften mit dem Keramikfrässystem Celay hergestellte Keramik-Inlays vor und nach der spezifischen Politur auf ihre Oberflächenbeschaffenheit. Die mit Karborund-Schleifsteinchen aufgerauten Celay-Keramikkörper wurden mit Dia-Finish-(Renfert) und mit Dia-Glace-(Yeti) Polierfilzen poliert. Die Oberflächenverhältnisse wurden mit dem Profilographen zur Ermittlung der mittleren und maximalen Rautiefen und mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM) für die morphologischen Strukturen untersucht. Dabei stellten sie Folgendes fest:

Wird die Oberfläche mit oder ohne Glasurbrand mit Karborundsteinchen bearbeitet, so entstehen Flächen mit unverhältnismässig hoher Rauheit. Die Nach- oder Aufpolitur mit den untersuchten Politurverfahren erbrachte wieder Feinheiten, die einem Vergleich mit der glasurgebrannten Oberfläche sehr nahe kamen.

Zwischen beiden Systemen konnten die Autoren keine wesentlichen Unterschiede feststellen.

Im selben Jahr untersuchte AMBERG (1992) den Wirkungsgrad von drei verschiedenen Poliersystemen bei sechs Keramiksystemen, vier verschiedenen Kunststoffen sowie am Zahnschmelz. Die Prüfkörper wurden mit dem Profilometer, dem REM und dem Lichtmikroskop beurteilt. Mit beiden Systemen Dia Finish und Dia Glace konnten Oberflächenfeinheiten erzielt werden, welche die des natürlichen Zahnes sogar übertrafen.

Mit der konventionellen Politur mittels Schlammkreide dagegen wurden die Resultate als gerade noch genügend betrachtet. Bei der Politur von Kunststoffen konnten ebenfalls mit allen drei Poliersystemen sehr feine Oberflächen erzielt werden, die feiner als die natürlichen Zahnoberflächen waren.

Dadurch wird auch bei einer Schlusspolitur am Patienten ein homogener Übergang von Schmelz über den Dualzement zur Keramikfüllung erreicht (WIRZ et al. 1992a).

TINSCHERT et al. (1996) untersuchten die Oberflächenbeschaffenheit und Belastbarkeit der vollkeramischen Kronensysteme Dicor und IPS-Empress. Im Dreipunktebiegetest zeigten die polierten Prüfkörper gegenüber den unbehandelten Prüfkörpern eine deutlich höhere Biegefestigkeit. Die Ergebnisse belegten, dass die Oberflächenbearbeitung entscheidenden Einfluss auf die Grösse der gemessenen Biegefestigkeit nimmt. Da sich

die von aussen aufgebraute Spannung an Fehlstellen wie Poren oder anderen Defekten konzentriert und gegebenenfalls löst, kommt es eher im Bereich dieser Störungen zur Rissbildung und damit zum Bruch bei niedrigen Spannungen (Kerbruch) als in Bereichen homogener Struktur ohne oberflächliche Störungen. So wird verständlich, dass für unpolierte Proben deutlich niedrigere Festigkeitswerte ermittelt wurden.

Ziel und Zweck der vorliegenden Studie bestand darin, den Wirkungsgrad verschiedener moderner Poliersysteme unter reproduzierbaren Bedingungen an unterschiedlichen Werkstoffen sowie die Wirkung dieser Poliersysteme am Zahnschmelz zu beurteilen. Dabei sollte festgestellt werden, ob mit dem gleichen Poliersystem auch bei der Schlusspolitur von Inlays und Onlays ein homogener Übergang erzielt werden kann.

Zur Prüfung der Oberflächenbeschaffenheit kamen die Profilometrie und die Rasterelektronenmikroskopie zum Einsatz.

Material und Methoden

Die untersuchten Materialien sind der Tabelle I und die zur Anwendung gelangten Poliersysteme der Tabelle II zu entnehmen. Es wurden scheibenförmige Prüfkörper in Keramik und Kunststoff hergestellt mit einem Durchmesser zwischen 0,9 bis 1,5 cm. Die Scheibenoberflächen wurden jeweils in zwei Flächen unterteilt. Die eine Hälfte der Fläche wurde bearbeitet und zu einem Viertel aufpoliert, die andere diente als Referenzfläche und wurde nicht behandelt. Auf dieser Referenzfläche blieb der Glasurbrand bzw. die Politur erhalten (Abb. 1). Die Celay- und Cerec-Quaderprüfkörper wurden auch wie oben erläutert behandelt. Die Empressprüfkörper sowie die Alphakeramik wurden keinem Glasurbrand ausgesetzt. Die Ausgangsrauwerte beziehen sich auf die Press-/Schichtstruktur.

Von den Kunststoffseitenzähnen (SRVivosit) wurden jeweils die bukkalen Flächen aufgeteilt und entsprechend den kreisrunden Prüfkörpern bearbeitet. Die natürlichen Zähne (Oberkieferfrontzähne) wurden in drei Flächen aufgeteilt und analog bearbeitet.

Insgesamt kamen über 100 Prüfkörper zum Einsatz:

Drei Prüfkörper pro Polierverfahren mit je zwei Rauigkeitsmessungen Ra/Rt.

Polierverfahren

Es wurde ein breites Spektrum restaurativer Werkstoffe gewählt, an welchen die Polierfähigkeit verschiedener Poliersysteme vergleichend gemessen werden konnte. Die zur Anwendung gelangten Poliersysteme, ihre Herkunft und vorgegebenen Anwendungsbereiche sind in der Tabelle II zusammengefasst. Die Polituren wurden gemäss den Herstellerangaben reproduzierbar und wo diese fehlten, nach Erfahrungswerten in folgender Reihenfolge durchgeführt:

Anrauen/Polieren/Reinigen

Das Anrauen geschah mit kugelförmigen Karborundsteinchen von 3,5 mm Durchmesser bei einer Umlaufzahl von 40 000 U/min

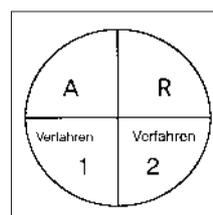


Abb. 1 Schematische Darstellung der Prüfkörper-Oberflächen. A Ausgangs-Rauwerte (Glasurbrand), R aufgeraute Fläche (Karborundumsteinchen), 1 u. 2 mit zwei verschiedenen Verfahren aufpolierte Flächen

Tab. I Die untersuchten Materialien

| System | Produktname | Hersteller | Anwendungsgebiet |
|-------------|--------------------------|-------------------------------------|---|
| Keramik | Empress | Ivoclar, FL-Schaan | Inlay/Onlay |
| | Alpha-Keramik | Vita AG | Kronen, Brücken |
| | Celay | Vita AG | gefräste Inlay |
| | Cerec | Vita AG | gefräste Inlay |
| | Vita-Titan-Keramik | Vita AG | VMK-Kronen, Brücken |
| | Ti-Bond-Keramik | D-Bad Säckingen De Trey Dentsply | VMK-Kronen, Brücken |
| | Duceratin | D-Dreieich Duceram, D-Rossbach | Kronen, Brücken |
| Kunststoff | Visiogem | Espe GmbH & Co | K + B, Verblendung |
| | Spectrasit | Ivoclar, FL-Schaan | K + B, Verblendung Langzeitprovisorium |
| | Tetric | Vivadent, FL-Schaan | Kons. Zahnbehandlung |
| | Kunststoffprothesenzahn | Vivadent, FL-Schaan | Zähne für Vollprothese |
| | SR Vivosit | | |
| Zahnschmelz | Natürlicher Zahn | | |
| | OK Frontzähne | | |
| | Karies- und füllungsfrei | | |

Tab. II Die angewendeten Poliersysteme

| Politur | System | Anwendungsbereich | Hersteller |
|---------|--------------------------------------|---|---------------------------------------|
| 1 | Dia Finish | Diamant-imprägnierter Filz. Hochglanzpolitur auf Keramik, Verblendkunststoffen und Metallen Tourenzahl: 3–6000 U/min | Renfert GmbH D-78347 Hilzingen |
| 2 | Kohinoor nur Keramik | Adhäsiv Diamantpaste für Hochglanzpolitur auf Keramik (Mittelharter Filzpolierkörper) intraoral anwendbar, 10 000 U/min | Renfert GmbH D-78347 Hilzingen |
| 3 | Dia Glace | Polierpaste mit spez. imprägnierten Filzrädern für Keramik, Verblendkunststoff und Komposit | Yeti Dentalprodukte GmbH D-Singen |
| 4 | Kenda a) Keramik b) Kunststoff | Flammenförmiger Vor-Hochglanzpolierer für Keramik und Komposit, max. 10 000 U/min | Kenda AG FL-9490 Vaduz |
| 5 | Shofu a) Keramik b) Kunststoff | Disk, Kelche, flammenförmig, Vor-, Haupt- und Hochglanzpolierer | Shofu Dental GmbH D-40837 Ratingen |
| 6 | Unor nur Keramik | Polierpaste für Keramik und Metalle | Unor AG, CH - Schlieren |
| 7 | Opal nur Kunststoffe | Weisse Hochglanzpolierpaste für Verblendkunststoffe und Kunststoffzähne. Nach Vorpoltur mit Bimsstein oder Silikonpolierer. | Renfert GmbH D-78347 Hilzingen |

und einem Auflagedruck von 200 ± 50 p. Nach der jeweiligen Politur wurden sämtliche Prüfkörper mit in Alkohol (70%) getränkten Wattepellets gereinigt. Die extrahierten Zähne wurden in Ringer-Lösung aufbewahrt.

Untersuchungsmethoden

Alle Prüfkörper wurden einerseits profilometrisch mit Rauheitsprofilograph (Hommelwerk GmbH Schweningen, Deutschland), und andererseits mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM Stereoscan Cambridge 150) untersucht. Ferner wurden von allen Prüfkörpern ein Profilogramm erstellt. Dabei wurde der mittlere Rauwert (Ra) und die maximale Rautiefe (Rt) ermittelt.

Der Ra-Wert ist das arithmetische Mittel der Profilabweichung des gefilterten Rauheitsprofils von der mittleren Linie innerhalb einer Messstrecke von jeweils 1 mm. Der Rt-Wert ist die maxi-

male Rautiefe gemäss ISO/DIS 4287/1. Die Messstrecke ist analog den Ra-Werten. Die Rauheitsprofile wurden durch zwei zueinander senkrecht verlaufende Messstrecken ermittelt. Das Messgerät garantiert eine Auflösung bis 0,05 Mikrometer.

Nach der profilometrischen Untersuchung wurden die Prüfkörper mit einer 10–40 Ångström dicken Goldschicht bedampft, um sie für die REM-Untersuchung vorzubereiten. Anschliessend wurden sie in tausendfacher Vergrößerung beurteilt und senkrecht zur Oberfläche fotografiert.

Die rasterelektronenmikroskopische Beurteilung wurde durch zwei unabhängige Prüfer vorgenommen.

Folgende REM-Einstellungen wurden gewählt: Arbeitsabstand Z 20 mm, Probenwinkel 0°, Strahlenergie KEV 10 KV, Proben-Oberfläche goldbedampft.

Die Oberfläche wurde vor und nach der Politur verglichen und beurteilt, inwieweit nach der Politur Mängel bestanden oder die

polierte Oberfläche die Ausgangsfläche übertraf. Qualitative Beurteilungskriterien, nach welchen die Oberflächen beurteilt wurden, sind aus der Tabelle III ersichtlich. Je ein Beispiel dieser Kategorien zeigen die Abb. 2a–f.

Tab. III Beurteilungskriterien zur Auswertung der REM-Aufnahmen

| Bewertung | Beurteilungskriterien |
|-----------|---|
| +1 | Politur übertrifft die Ausgangsfläche |
| 0 | Ausgangszustand |
| -1 | Sehr feine Oberfläche mit vereinzelt Instrumentenspuren; keine Rinnen und Furchen. Dem Ausgangszustand fast ähnlich |
| -2 | Die Oberfläche weist vereinzelte Instrumentenspuren auf; mehrheitlich jedoch feine Oberfläche |
| -3 | Stärker angeraute Oberfläche im Vgl. zu -2, zusätzlich Instrumentenspuren und Furchen |
| -4 | Mehrheitlich stark angeraute Oberfläche mit deutlich tiefen Instrumentenspuren oder tiefen Gruben |

Statistische Auswertung

Die statistische Signifikanzauswertung der mittleren Rauigkeitswerte (Ra) erfolgte mittels Students-Test (t-Test) (EHRENBERG 1986). Die Werte wurden tabellarisch erfasst, entsprechend den Signifikanzniveaus $t\ 5\% > 2,447$ und $t\ 1\% > 3,707$ gruppiert (LORENZ 1996).

Resultate

Profilometrie

Der Tabelle IV können die mittleren Rauwerte (Ra) und der Tabelle V die maximalen Rautiefen (Rt) mit Standardabweichungen entnommen werden.

Zur besseren Übersicht sind die Ra-Werte für die vollkeramischen Werkstoffe in den Abbildungen 3a–d, für die Titan-Aufbrennkeramiken und den natürlichen Zahn in Abb. 4a–d graphisch dargestellt.

Die relativ hohen Ra-Ausgangswerte bei den Empress- und Alpha-Keramikprüfkörpern (über $0,8\text{--}1\ \mu\text{m}$) waren darauf zurückzuführen, dass sie nach dem Pressverfahren im Rohzustand vorlagen und nicht zusätzlich einem Glasurbrand ausgesetzt wurden. Mit allen Polierverfahren konnte die Ausgangsfeinheit bei Empress und A-Keramik (Abb. 3a und b) sowie beim natürlichen Zahn (Abb. 4d) deutlich übertroffen werden. Bei der Celay- und Cerec-Keramik wurde nach dem Aufräuen die Ausgangsfeinheit durch die Politur mit allen Systemen wieder erreicht (Abb. 3c und d). Die Systeme Dia-Glace, Kenda und Shofu erreichten bei Ti-Bond und Duceratin die Anfangsfeinheit nicht (Abb. 4b und c). An den Kunststoffen wurden nur die Poliersysteme geprüft, die gemäss Angaben der Hersteller dafür vorgesehen sind. Während bei Spectrasit Rauwerte erreicht wurden, die unterhalb der Ausgangslage lagen, waren sie bei Visiogem und Tetric leicht über dem Ausgangszustand.

REM-Beurteilung

Die Resultate der REM-Auswertung sind der Tabelle VI zu entnehmen. Auffallend günstige Werte werden mit Kohinoor bei den Keramiken und mit Opal bei den Kunststoffen registriert. Kenda scheint für das Füllungs-Composit Tetric geeignet.

Statistische Auswertung der Ra-Messwerte

Der t-Test (Studentsche Gruppenvergleiche der Mittelwerte) zeigte die Vergleiche der Polierprodukte innerhalb der Keramikprodukte. Die Produkte Dia-Finish und Kohinoor waren gegenüber den anderen Produkten in den meisten Fällen signifikant besser (Tab. VIII).

Tab. IV Profilometrische Resultate der mittleren Rauwerte (Ra-Werte)

| | Ausgangszustand A | | Angeraut R | | Dia Finish 1 | | Kohinoor 2 | | Dia Glace 3 | | Kenda 4 | | Shofu 5 | | Unor 6 | | Opal 7 | |
|--------------------|-------------------|-------|------------|-------|--------------|-------|------------|-------|-------------|-------|---|---|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | s |
| A Empress | 0,877 | 0,152 | 2,122 | 0,412 | 0,180 | 0,068 | 0,236 | 0,031 | 0,415 | 0,288 | 0,316 | 0,031 | 0,378 | 0,056 | 0,340 | 0,093 | | |
| B A-Keramik | 0,983 | 0,261 | 1,988 | 0,241 | 0,418 | 0,097 | 0,568 | 0,127 | 0,600 | 0,183 | 0,580 | 0,112 | 0,561 | 0,062 | 0,483 | 0,087 | | |
| C Celay | 0,362 | 0,075 | 0,934 | 0,180 | 0,348 | 0,050 | 0,336 | 0,146 | 0,478 | 0,090 | 0,375 | 0,056 | 0,423 | 0,054 | 0,493 | 0,068 | | |
| D Cerec | 0,412 | 0,106 | 1,551 | 0,396 | 0,373 | 0,084 | 0,456 | 0,080 | 0,595 | 0,085 | 0,440 | 0,070 | 0,516 | 0,059 | 0,550 | 0,096 | | |
| E Vita-Titan | 0,426 | 0,15 | 2,442 | 0,336 | 0,231 | 0,034 | 0,200 | 0,069 | 0,423 | 0,075 | 0,616 | 0,126 | 0,416 | 0,102 | 0,250 | 0,105 | | |
| F Ti-Bond | 0,411 | 0,225 | 2,462 | 0,313 | 0,193 | 0,050 | 0,106 | 0,015 | 0,996 | 0,111 | 0,730 | 0,13 | 0,470 | 0,164 | 0,153 | 0,075 | | |
| G Duceratin | 0,385 | 0,205 | 1,061 | 0,071 | 0,213 | 0,037 | 0,213 | 0,023 | 0,473 | 0,211 | 0,643 | 0,050 | 0,723 | 0,011 | 0,340 | 0,19 | | |
| H Visiogem | 0,156 | 0,091 | 0,603 | 0,061 | 0,291 | 0,07 | | | 0,270 | 0,09 | | | | | | | 0,210 | 0,09 |
| I Spectrasit | 0,231 | 0,140 | 0,661 | 0,142 | 0,165 | 0,07 | | | 0,135 | 0,06 | | | | | | | 0,180 | 0,05 |
| J Tetric | 0,133 | 0,080 | 0,553 | 0,111 | | | | | 0,260 | 0,026 | 0,270 | 0,05 | 0,200 | 0,031 | | | | |
| K Kunststoffzahn | 0,385 | 0,205 | 1,062 | 0,07 | | | | | | | | | | | | | 0,306 | 0,052 |
| L Natürlicher Zahn | 0,652 | 0,319 | 1,508 | 0,384 | 0,361 | 0,083 | 0,298 | 0,143 | 0,221 | 0,093 | Keramik 0,281 0,044 Composit 0,665 0,109 | Keramik 0,301 0,076 Composit 0,520 0,092 | 0,368 | 0,059 | 0,395 | 0,102 | | |

\bar{x} = Mittelwert S = Standardabweichung

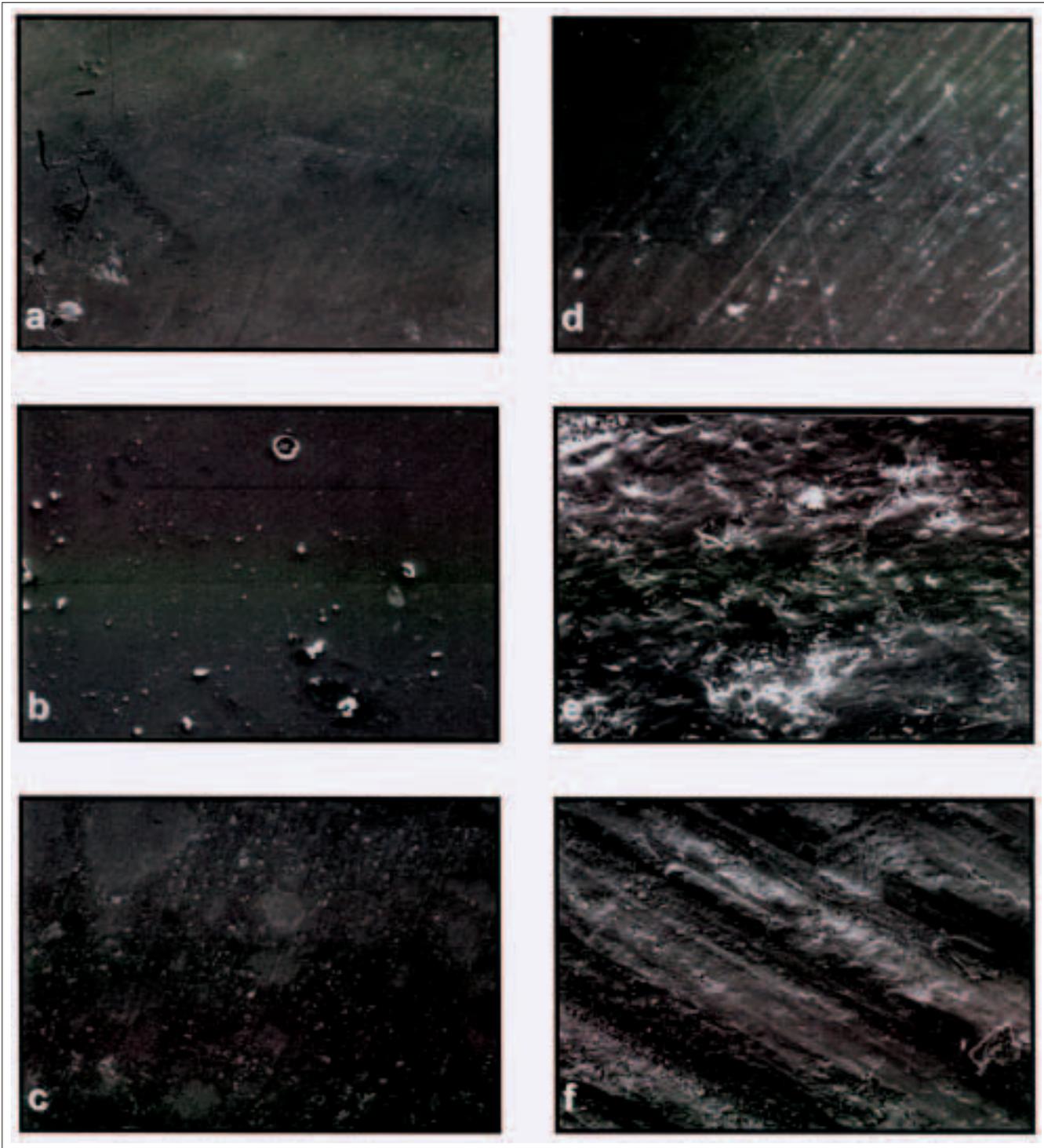


Abb. 2 Beispiele der Beurteilungskriterien der Oberflächenfeinheit verschiedener Prüfkörper (REM-Vergrößerung: 1000×). a) Bewertung +1: Zahnschmelz, mit Kohinoor poliert. b) Bewertung 0: Ti-Bond-Keramik, mit Kohinoor poliert. c) Bewertung -1: Visiogem, mit Opal poliert. d) Bewertung -2: Spectrasit, mit Dia Glace poliert. e) Bewertung -3: Cerec, mit Shofu poliert. f) Bewertung -4: Zahnschmelz, mit Karborundumsteinchen aufgeraut.

Diskussion

Das verwendete Profilometergerät ist ein elektronisch-mechanisches Instrument, das auch in der Maschinenindustrie für Oberflächenuntersuchungen eingesetzt wird. Für die Beurteilung der Mikrorauheiten (Politurqualität) an Keramik- und

Kunststoffproben hat sich die Profilometrie ebenfalls als zuverlässige Methode bestens bewährt (WIRZ et al. 1992a und b, HULTERSTRÖM & MAUD 1993, SCURRIA & POWERS, 1994). Als Mass für die Rauheit wird der mittlere Rauheitswert (R_a) in Verbindung mit der maximalen Rautiefe (R_t) empfohlen, um bei Oberflächen mit unterschiedlicher Rauigkeit, aber gleichen Mit-

Tab. V Profilometrische Resultate der maximalen Rautiefe (Rt-Werte)

| | Ausgangszustand A | | Angeraut R | | Dia Finish 1 | | Kohinoor 2 | | Dia Glace 3 | | Kenda 4 | | Shofu 5 | | Unor 6 | | Opal 7 | |
|--------------------|-------------------|-------|------------|-------|--------------|------|------------|------|-------------|------|---|---|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
| | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | s | \bar{x} | s |
| A Empress | 6.986 | 1.599 | 15.06 | 3.26 | 2.023 | 1.15 | 1.95 | 0.51 | 4.06 | 2.18 | 2.84 | 0.42 | 3.32 | 0.79 | 3.63 | 1.09 | | |
| B A-Keramik | 6.748 | 1.825 | 14.53 | 3.67 | 3.136 | 0.56 | 4.65 | 1.76 | 5.42 | 0.98 | 4.12 | 0.38 | 4.45 | 0.56 | 3.51 | 0.40 | | |
| C Celay | 2.918 | 0.863 | 8.056 | 1.507 | 3.036 | 0.36 | 3.22 | 1.12 | 3.66 | 0.42 | 3.07 | 0.29 | 3.08 | 0.34 | 4.08 | 0.63 | | |
| D Cerec | 3.225 | 0.845 | 11.09 | 2.82 | 3.03 | 0.76 | 3.65 | 0.47 | 4.97 | 0.63 | 3.47 | 0.42 | 3.94 | 0.53 | 4.05 | 0.64 | | |
| E Vita-Titan | 2.992 | 1.249 | 16.67 | 1.14 | 1.42 | 0.47 | 1.01 | 0.17 | 3.86 | 0.22 | 5.2 | 0.62 | 5.21 | 0.62 | 1.32 | 0.48 | | |
| F Ti-Bond | 2.372 | 1.567 | 15.34 | 1.15 | 0.993 | 0.23 | 0.67 | 0.13 | 7.47 | 0.18 | 6.23 | 0.49 | 5.37 | 0.34 | 0.96 | 0.46 | | |
| G Duceratin | 1.780 | 0.197 | 6.55 | 0.35 | 1.16 | 0.42 | 1.38 | 0.14 | 2.77 | 0.62 | 5.03 | 0.37 | 3.48 | 0.43 | 1.31 | 0.46 | | |
| H Visiogem | 1.025 | 0.41 | 4.54 | 1.23 | 1.67 | 0.44 | | | 1.44 | 0.5 | | | | | | | 1.33 | 0.36 |
| I Spectrasit | 3.54 | 2.61 | 5.5 | 1.8 | 1.16 | 0.36 | | | 0.95 | 0.31 | | | | | | | 1.62 | 0.3 |
| J Tetric | 0.01 | 0.43 | 3.65 | 0.82 | | | | | 2.34 | 0.42 | 2.15 | 0.32 | 1.76 | 0.17 | | | | |
| K Kunststoff-zahn | 1.78 | 0.197 | 6.55 | 0.35 | | | | | | | | | | | | | 1.43 | 0.19 |
| L Natürlicher Zahn | 3.354 | 1.654 | 9.753 | 2.25 | 1.34 | 0.47 | 1.48 | 0.76 | 1.45 | 0.24 | Keramik 1.48 0.66 Composit 4.44 0.53 | Keramik 1.37 0.28 Composit 3.71 0.50 | | 1.82 | 0.24 | 2.16 | 0.46 | |

\bar{x} = Mittelwert S = Standardabweichung

Tab. VI Optische REM-Inspektion

| | Ausgangszustand A | | Angeraut R | | Dia Finish 1 | | Kohinoor 2 | | Dia Glace 3 | | Kenda 4 | | Shofu 5 | | Unor 6 | | Opal 7 | |
|--------------------|-------------------|--------|------------|--------|--------------|--------|------------|--------|-------------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Insp.1 | Insp.2 | Insp.1 | Insp.2 | Insp.1 | Insp.2 | Insp.1 | Insp.2 | Insp.1 | Insp.2 | Insp.1 | Insp.2 | Insp.1 | Insp.2 | Insp.1 | Insp.2 | Insp.1 | Insp.2 |
| A Empress | 0 | | -4 | | -1 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | -2 | -1 | -2 | -1 | 0 | 0 | | |
| B A-Keramik | 0 | | -4 | | -1 | 0 | 0 | +1 | -3 | -2 | -1 | -1 | -2 | -2 | -1 | 0 | | |
| C Celay | 0 | | -4 | | -2 | -2 | -2 | -1 | -2 | -2 | -3 | -3 | -3 | -3 | -2 | -2 | | |
| D Cerec | 0 | | -4 | | -2 | -1 | 1 | 0 | -2 | -1 | -3 | -3 | -3 | -3 | -2 | -3 | | |
| E Vita-Titan | 0 | | -4 | | -1 | -1 | -1 | -1 | -2 | 1 | -2 | -3 | -3 | -2 | -1 | -1 | | |
| F Ti-Bond | 0 | | -4 | | 0 | +1 | 0 | 0 | -1 | -1 | -3 | -2 | -3 | -2 | -1 | -1 | | |
| G Duceratin | 0 | | -4 | | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -3 | -3 | -2 | -1 | -2 | -1 | | |
| H Visiogem | 0 | | -4 | | -2 | -2 | | | -3 | -2 | | | | | | | -1 | -1 |
| I Spectrasit | 0 | | -4 | | -2 | -3 | | | -2 | -2 | | | | | | | -1 | -1 |
| J Tetric | 0 | | -4 | | | | | | -3 | -3 | -1 | -2 | -3 | -2 | | | | |
| K Kunststoff-zahn | 0 | | -4 | | | | | | | | | | | | | | -2 | -1 |
| L Natürlicher Zahn | 0 | | -4 | | -1 | 0 | 0 | +1 | -2 | -2 | -1 | 0 | -2 | -1 | -3 | -2 | -1 | 0 |

Tab. VII Statistische Auswertung der Ra-Messwerte am natürlichen Zahn (Lorenz)

| | 1 Dia Finish | 2 Kohnoor | 3 Dia Glace | 4 Kenda a | 4 Kenda b | 5 Unor | 6 Shofu a | 6 Shofu b | 7 Opal |
|--------------|--------------|-----------|-------------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|--------|
| 1 Dia Finish | 0 | - | + | - | ++ | - | - | + | - |
| 2 Kohnoor | - | 0 | - | - | ++ | - | - | + | - |
| 3 Dia Glace | + | - | 0 | - | ++ | + | - | + | + |
| 4a Kenda | - | - | - | 0 | ++ | + | - | ++ | + |
| 4b Kenda | ++ | ++ | ++ | ++ | 0 | ++ | ++ | + | ++ |
| 5 Unor | - | - | + | + | ++ | 0 | - | ++ | - |
| 6a Shofu | - | - | - | - | ++ | - | 0 | ++ | - |
| 6b Shofu | + | + | + | ++ | + | + | ++ | 0 | + |
| 7 Opal | - | - | + | + | ++ | - | - | + | 0 |

+ = signifikanter Unterschied gegeben $t > 2,447$
 ++ = hoch signifikanter Unterschied gegeben $t > 3,707$
 - = kein signifikanter Unterschied gegeben $t < 2,447$

 dunkle Schraffur = das Produkt in der Spalte ist rauer als die Vergleichsprobe
 helle Schraffur = das Produkt in der Spalte ist feiner (geringere Rauigkeit) als die Vergleichsprobe

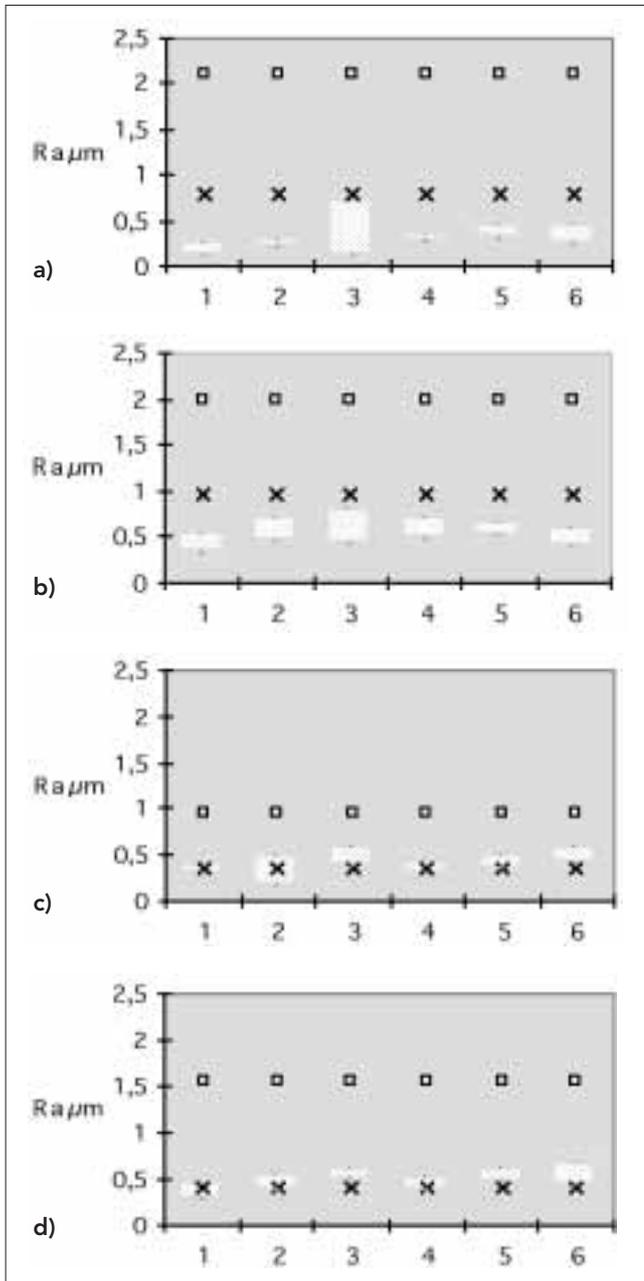


Abb. 3 Mittlere Rauwerte (Ra) der vier Vollkeramikwerkstoffe: a) Empress, b) A-Keramik, c) Celay, d) Cerec in Abhängigkeit der 6 Polierverfahren: 1 Dia Finish, 2 Kohinoor, 3 Dia Glace, 4 Kenda, 5 Shofu, 6 UNOR mit Ausgangswert A(x) aufgerauht R(□) und aufpoliert (■ Maximalwert; ▲ Minimalwert)

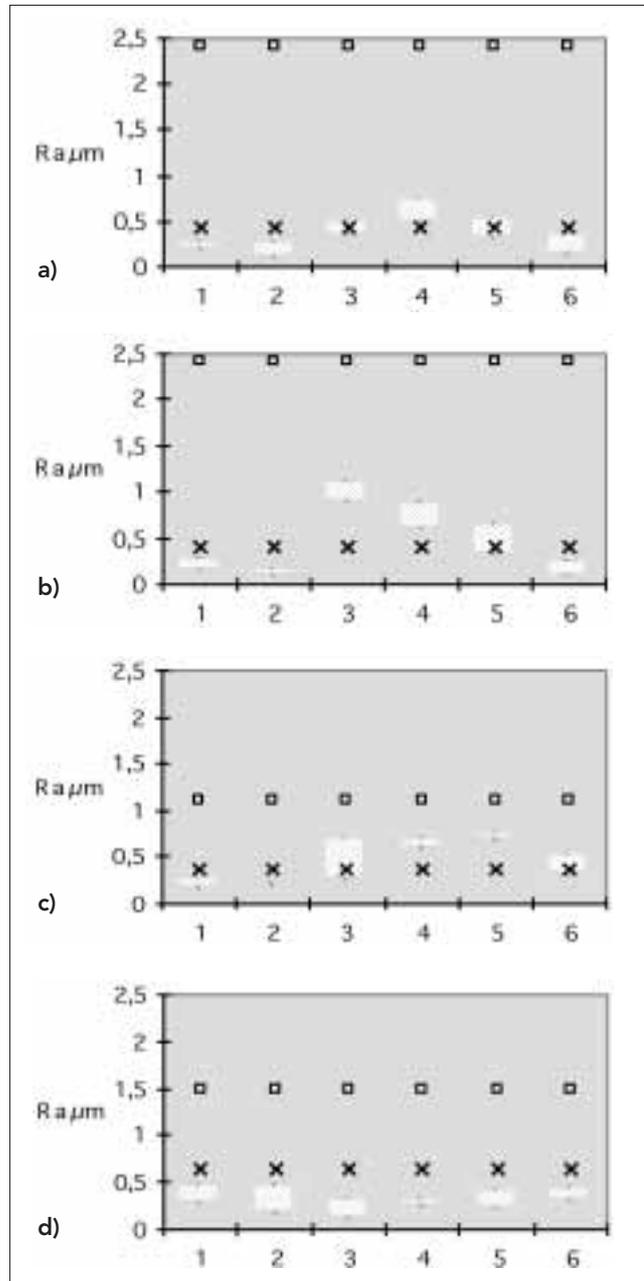


Abb. 4 Mittlere Rauwerte (Ra) der drei Titan-Aufbrennkeramiken: a) Vita-Titan, b) Ti-Bond, c) Duceratin und d) des natürlichen Zahnes in Abhängigkeit der 6 Polierverfahren: 1 Dia Finish, 2 Kohinoor, 3 Dia Glace, 4 Kenda, 5 Shofu, 6 UNOR mit Ausgangswert A(x) aufgerauht R(□) und aufpoliert (■ Maximalwert; ▲ Minimalwert)

telrauwerten, eine bessere Differenzierung erzielen zu können (VENZ 1983, STAEBLE et al. 1991). Die Qualität einer Oberfläche kann mit dem Profilogramm in Zahlen ausgedrückt werden. Neben dem Profilometer ermöglicht auch das REM zusätzlich eine genaue Untersuchung der Oberflächenmikromorphologie (Poren, Rillen, Furchen). Es ist von verschiedenen Autoren erfolgreich zur Oberflächenuntersuchung von Werkstoffproben eingesetzt worden (WILLIAM et al. 1981, WIRZ & SCHMIDL 1987a und b, PATTERSON et al. 1991). Auch für die vorliegende Untersuchung war diese Methode hilfreich, obwohl die profilometrischen und die REM-Resultate nicht überall vergleichbar ausge-

fallen sind. Bei den meisten Prüfkörpern (Empress, Alpha-Keramik, Celay, Vita-Ti-Keramik, Ti-Bond, Duceratin, natürlicher Zahn und Kunststoffprothesenzahn) ergab sich eine gute Übereinstimmung, während bei Cerec, Visiogem, Spectrasit und Composit, d.h. vor allem bei den Verblendkunststoffen, die profilometrischen Resultate günstiger ausgefallen sind als bei der REM-Auswertung. Mögliche Gründe für diese Unterschiede können bei der Objektivität der REM-Auswertung oder bei der Erfassungsgrenze des Profilometers liegen. Für das Polieren von Keramikmassen konnten mit den Poliersystemen Kohinoor und Dia Finish über die ganze Versuchsrei-

he Resultate erzielt werden, die den Ausgangsflächen ebenbürtig waren oder sie übertrafen. Bei den übrigen Poliersystemen lagen die Werte der einzelnen Keramikmassen entweder leicht über- oder unterhalb der Ausgangslage.

Bei den Kunststoffen konnten mit dem Poliersystem Opal Werte erzielt werden, welche in der Qualität der Ausgangsfläche entsprachen. Sehr feine Oberflächen konnten mit Dia Finish, Dia Glace und Opal bei Spectrasit erzielt werden. Die Werte beim natürlichen Zahn lagen mehrheitlich unterhalb der Ausgangslage, ausser bei Kenda- und Shofu-Keramik, wo sie leicht erhöht waren. Die statistische Auswertung der Ra-Messwerte können der Tabelle VII (Signifikanzunterschiede der einzelnen Systeme am natürlichen Zahn) und der Tabelle VIII (Signifikanzunterschiede an den verschiedenen Keramikwerkstoffen) entnommen werden. Auf eine statistische Auswertung der ermittelten Rt-Werte wurde verzichtet, da diese gegenüber den Ra-Werten keine zusätzlichen Erkenntnisse ergaben.

Auf Grund der Resultate können alle geprüften Poliersysteme für die vorgesehenen Indikationen eingesetzt werden. Ausserdem zeigen die Resultate, dass sich bei den Keramikwerkstoffen nach dem Wiederaufpolieren ein oberflächenveredelnder Glasurebrand erübrigt. Die Nachpolitur ist somit preiswert und zeitsparend.

Um eine bewertende Schlussfolgerung ziehen zu können, müsste in Abhängigkeit der Materialien und Systeme eine Rangliste erstellt werden. Diese Rangliste ergäbe keine Aussage über die jeweiligen Resultate der einzelnen Experimente, sondern eine tendenzielle Bewertung unter Berücksichtigung aller Versuchsreihen. Kohinoor, gefolgt von Dia Finish und UNOR, würden die Liste anführen (WARDAK 2000).

Summary

WARDAK D, WIRZ J, SCHMIDLI F: **The influence of different polishing systems on dental veneering materials** (in German). Schweiz Monatsschr Zahnmed 111: 282–291 (2001)

Experimental studies were conducted to investigate the efficacy of seven polishing systems (Dia Finish, Kohinoor, Dia Glace, Kenda, Shofu, UNOR, Opal) when used on seven ceramic materials (Empress, Vitadur Alpha, Celay, Cerec, Vita Titanium Porcelain, TiBond, Duceratin), in some cases also on resins (Visiogem, Spectrasit, composite, resin teeth), and on natural enamel. The surface quality of 100 specimens was examined with an optical profilometer and a scanning electron microscope and subsequently evaluated.

Polishing the ceramic materials with Kohinoor or Dia Finish resulted in a very high surface polish. Of the resins, Spectrasit yielded a very high polish when Dia Finish, Dia Glace or Opal were used. Using the tested polishing systems, surface polish results can be obtained intraorally on ceramic restorations that are at least equivalent to glaze-fired ceramic surfaces, if not better. This means that an additional glaze firing is no longer required when ceramic restorations have been modified by grinding.

The Dia Finish, Dia Glace, and Kohinoor polishing systems are particularly recommended for finishing and polishing cemented ceramic or resin inlays. The results are similarly favorable when polishing the natural dental enamel, so an excellent homogeneous transition from enamel to dual cement and ceramic restoration can be achieved during the final polishing step for cemented restorations.

Résumé

Le but de cette étude était d'évaluer l'efficacité de sept systèmes de polissage (Dia Finish, Kohinoor, Dia Glace, Kenda, Shofu, UNOR, Opal) sur sept différents matériaux céramiques (Empress, Vitadur Alpha, Celay, Cerec, Vita Titanium Porcelain, TiBond, Duceratin). En plus, quelques-uns de ces systèmes ont également été testés sur plusieurs résines (Visiogem, Spectrasit, composite, resin teeth), ainsi que sur de l'émail dentaire. La qualité de la surface de cent échantillons a été examinée et évaluée à l'aide d'un profilomètre optique et d'un microscope électronique à balayage. Le polissage de matériaux céramiques avec les systèmes Kohinoor ou Dia Finish a révélé une excellente qualité de surface. Quant aux résines, le Spectrasit a montré une très bonne finition après polissage par les systèmes Dia Finish, Dia Glace ou Opal. Dans la cavité buccale, les systèmes de polissage testés, permettent d'atteindre une qualité de surface, si non supérieure, au moins équivalente à celle obtenue sur des surfaces céramiques par une cuisson de glaçage. Cela signifie qu'une cuisson de glaçage n'est donc plus nécessaire après avoir retouché des restaurations céramiques en bouche. Les systèmes de polissage Dia Finish, Dia Glace et Kohinoor sont particulièrement recommandés pour la finition et le polissage de toute surface d'émail dentaire préalablement retouchée. Lors de restaurations céramiques adhésives on peut ainsi obtenir – durant l'étape du polissage final – une transition homogène entre émail, ciment Dual et restauration.

Literaturverzeichnis

- AMBERG A: Die Polierbarkeit von nichtmetallischen Werkstoffen mit verschiedenen Poliersystemen. Med. Diss. Basel (1992)
- CAMPBELL S D: Evaluation of surface roughness and polishing techniques for new ceramic materials. J Prosthet Dent 61: 563–568 (1989)
- EHRENBERG A S C: Statistik oder der Umgang mit Daten. VCH-Verlagsgesellschaft, Weinheim S. 133–136 (1986)
- FEHR A, MÖRMANN W H: The preparation of ceramic restorations with superfine diamond instruments. Schweiz Monatsschr Zahnmed 105: 474–479 (1995)
- HULTERSTRÖM A, MAUD B: Polishing systems for dental ceramics. Acta Odontol Scand 51: 229–234 (1993)
- LORENZ R J: Grundbegriffe der Biometrie. Gustav Fischer Verlag: 217 (1996)
- PATTERSON C J W, MC LUNDIE A C, STIRRUPS D R, TAYLOR W G: Refinishing of Porcelain by using a refinishing Kit. J Prosthet Dent 65: 383–388 (1991)
- SCHMID O, KREJCI I, LUTZ F: Ausarbeitung von adhäsiven zahnfarbenen Inlays aus Komposit und Keramik. Schweiz Monatsschr Zahnmed 101: 177–183 (1991)
- SCURRIA M S, POWERS J M: Surface roughness of two polished ceramic materials. J Prosthet Dent 71: 174–177 (1994)
- STAEHLE H J, RUMMLER A: Experimentelle Untersuchungen zur Feinkorrektur und Politur von Amalgamfüllungen. Schweiz Monatsschr Zahnmed 101: 170–176 (1991)
- SULIK W D, PLEKAVICH E J: Surface finishing of dental porcelain. J Prosthet Dent 46: 217–221 (1981)
- TINSCHERT J, MEIER M, MARX R, SPICKERMANN H: Oberflächeneigenschaften und Belastbarkeit der vollkeramischen Kronensysteme Dicor- und IPS-Empress. Acta Med Dent Helv 9: 197–201 (1996)

Tab. VIII Statistische Auswertung der Ra-Messwerte an den verschiedenen Keramiken

| | | | Dia Finish | Kohinoor | Dia Glace | Kenda | Unor | Shofu |
|-----------|------------|-----|------------|----------|-----------|-------|------|-------|
| | | Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Empress | Dia Finish | 1 | o | - | - | ++ | + | ++ |
| | Kohinoor | 2 | - | o | - | ++ | + | ++ |
| | Dia Glace | 3 | - | - | o | - | - | - |
| | Kenda | 4 | ++ | ++ | - | o | - | + |
| | Unor | 5 | + | + | - | - | o | - |
| | Shofu | 6 | ++ | ++ | - | + | - | o |
| Alfa | Dia Finish | 1 | o | + | - | + | - | + |
| | Kohinoor | 2 | - | o | - | - | - | - |
| | Dia Glace | 3 | - | - | o | - | - | - |
| | Kenda | 4 | + | - | - | o | - | - |
| | Unor | 5 | - | - | - | - | o | - |
| | Shofu | 6 | + | - | - | - | - | o |
| Celay | Dia Finish | 1 | o | - | + | - | + | + |
| | Kohinoor | 2 | - | o | - | - | + | - |
| | Dia Glace | 3 | + | - | o | + | - | - |
| | Kenda | 4 | - | - | + | o | + | - |
| | Unor | 5 | + | + | - | + | o | - |
| | Shofu | 6 | + | - | - | - | - | o |
| Cerec | Dia Finish | 1 | o | - | ++ | - | + | + |
| | Kohinoor | 2 | - | o | + | - | - | - |
| | Dia Glace | 3 | ++ | + | o | + | - | - |
| | Kenda | 4 | - | - | + | o | + | - |
| | Unor | 5 | + | + | - | + | o | - |
| | Shofu | 6 | + | + | - | - | - | o |
| Vita | Dia Finish | 1 | o | - | + | + | | + |
| | Kohinoor | 2 | - | o | + | + | | + |
| | Dia Glace | 3 | + | + | o | - | | - |
| | Kenda | 4 | + | + | - | o | | - |
| | Unor | 5 | | | | | | |
| | Shofu | 6 | + | + | - | - | | o |
| Ti-Bond | Dia Finish | 1 | o | + | ++ | ++ | | + |
| | Kohinoor | 2 | + | o | ++ | ++ | | + |
| | Dia Glace | 3 | ++ | ++ | o | + | | ++ |
| | Kenda | 4 | ++ | ++ | + | o | | + |
| | Unor | 5 | | | | | | |
| | Shofu | 6 | + | + | ++ | + | | o |
| Duceratin | Dia Finish | 1 | o | + | - | ++ | | |
| | Kohinoor | 2 | + | o | - | ++ | | |
| | Dia Glace | 3 | - | - | o | - | | |
| | Kenda | 4 | ++ | ++ | - | o | | |
| | Unor | 5 | | | | | | |
| | Shofu | 6 | | | | | | |

+ = signifikanter Unterschied gegeben $t > 2,447$
 ++ = hoch signifikanter Unterschied gegeben $t > 3,707$
 - = kein signifikanter Unterschied gegeben $t < 2,447$

 dunkle Schraffur = das Produkt in der Spalte ist rauer als die Vergleichsprobe
 helle Schraffur = das Produkt in der Spalte ist feiner (geringere Rauigkeit) als die Vergleichsprobe

- VENZ S: Optische und profilometrische Untersuchung zur Politur und Oberflächenglätte von Komposits. Zahnärztl Welt Rundsch 9: 31–36 (1983)
- WARDAK D: Polierbarkeit zahnärztlicher Verblendmaterialien in Abhängigkeit verschiedener Poliersysteme. Med. Diss. Basel (2000)
- WIRZ J, SCHMIDLI F: Politur von Keramikoberflächen. Schweiz Monatsschr Zahnmed 97: 906–910 (1987a)
- WIRZ J, SCHMIDLI F: Oberflächenbeschaffenheit von Kronenstümpfen und Implantatpfeiler. Quintessenz 12: 2069–2077 (1987b)
- WIRZ J, JÄGER K, SCHMIDLI F: Desintegration am Füllungsrand bei Keramikinlays. Quintessenz 43: 2007–2014 (1992a)
- WIRZ J, JÄGER K, SCHMIDLI F: Polierbarkeit gefräster Keramikinlays. Quintessenz 43: 1825–1834 (1992b)