

Vom Zirkonoxidgerüst zur Lava-Vollkeramik

Ein Beitrag von Prof. Dr. Peter Pospiech, Zt. Josef Schweiger und Zt. John Meinen, München

Die Bearbeitung von Zirkonoxid war bisher mit großem Materialverschleiß und langen Fräszeiten verbunden. Mit dem neuen CAD/CAM-System Lava der Firma 3M-ESPE werden die Zirkonoxidgerüste im vorgesinterten Zustand bearbeitet und erst nach dem Fräsen gesintert. In diesem Beitrag stellen die Autoren eigene Erfahrungen aus einer klinischen Studie an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Ludwig-Maximilians-Universität München vor. Ein klinischer Beispielfall erläutert das praktische Vorgehen mit dem Lava-System.

Einleitung

Der zunehmende Marktanteil der Vollkeramik am Kronen- und Brückenersatz ist nicht mehr wegzudiskutieren. In den letzten Jahren hat in diesem Sektor auch die CAD/CAM-Technologie Einzug gehalten. Bisher wurden Materialien wie Aluminiumoxid, Glaskeramik und in jüngster Zeit auch Zirkonoxid verwendet, wobei letzteres nur in fertig gesintertem Zustand bearbeitet wurde.

Indizes:
Vollkeramik-System
CAD/CAM
Lava
Zirkonoxid
Lava Ceram

Lange Schleifzeiten und hoher Verschleiß bei den rotierenden Instrumenten führten zu hohen Herstellungskosten je Einheit. Mit dem Lava-System wurde ein Verfahren

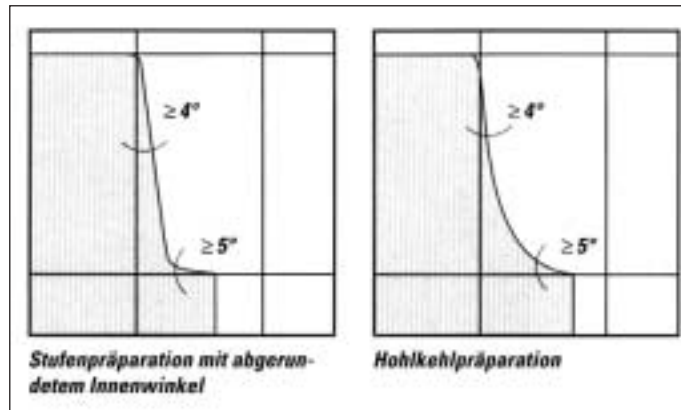


Abb. 1 Die zwei möglichen Präparationsvarianten

entwickelt, bei dem es möglich ist, Zirkonoxidgerüste im CAD/CAM-Verfahren im vorgesinterten Zustand („Grünzustand“) zu bearbeiten und nach dem Fräsen dichtzusintern, was die angesprochenen Probleme reduzieren soll.

mit dem neuen Lava-CAD/CAM-System der Firma 3M-ESPE hergestellt. Ziel dieses Beitrages ist es, die eigenen Erfahrungen mit diesem neuartigen Herstellungsverfahren für vollkeramische Kronen und Brücken aus Zirkonoxid darzustellen.

Material und Methode

Anhand eines klinischen Beispielfalls soll die Vorgehensweise beim Arbeiten mit dem System vorgestellt werden.

Im Rahmen einer klinischen Studie wurden an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Ludwig-Maximilians-Universität München im Zeitraum vom Oktober 2000 bis Juni 2001 21 Seitenzahnbrücken und elf Einzelkronen



Prof. Dr. Peter Pospiech
Jahrgang 1962

Professor für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde

"Qualifiziert fortgebildeter Spezialist für Prothetik" der Deutschen Gesellschaft für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde

Beirat der AG Keramik

- 1982 - 1987 Studium der Zahnmedizin, Universität Düsseldorf
- 1987 - 1990 Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Universität Regensburg
- 1988 Promotion über „Vollkeramische Kronen“
- seit 1991 Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, LMU München
- 1997 Habilitation „Vollkeramische Klebebrücken aus In-Ceram“
- 2001 Professor für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde



Abb. 2 Modell mit Hohlkehlpräparationen

1. Präparation

Als ideale Präparationsform hat sich eine zirkulär umlaufende Stufe beziehungsweise Hohlkehle erwiesen, die im Winkel von 5 Grad oder größer



Abb. 3 Der Prämolare zeigt eine Stufenpräparation mit abgerundetem Innenwinkel

angelegt sein muss. Der Präparationswinkel sollte dabei 4 Grad oder größer sein (Abb. 1). Aus technischen Gründen darf keine 90 Grad-Stufe vorhanden sein, da der Scanner zur Erkennung der Präparationsgrenze eine leichte Konvergenz benötigt.

Im Hinblick auf die Einschubrichtung eines Brückengerüsts sollten zwischen den

darauf geachtet werden, dass die Inzisalkante eine Breite von 1 mm nicht unterschreitet.

2. Abformung

In der Studie wurden die Abformungen in Doppelmischtechnik mit einem Polyethermaterial (Impregum/Permadyne) hergestellt.

3. Scannen

Vor dem Scannervorgang wird ein Datenblatt angelegt, auf

Abb. 4 Erfassen der Patienteninformationen und der Konstruktionsdaten

The screenshot shows a software interface with various input fields and buttons. At the top, there are fields for 'Zahnarzt', 'Strasse', 'PLZ Ort', 'Telefon', 'E-Mail', and 'Patient'. Below this, there are sections for 'Zahnarzt', 'Zahnarztname', 'Zahn', 'Abformung', 'Wegweiser', 'Muster', and 'Bewertungen'. A large grid is used for 'Zahnarzt' and 'Zahn' data entry. At the bottom, there are fields for 'Wandstärke', 'Randverstärkung', 'Zementpulver', and 'Beginn des Zementpalt'. There are also checkboxes for 'Einschubrichtung' and 'Inklusionsrichtung'.

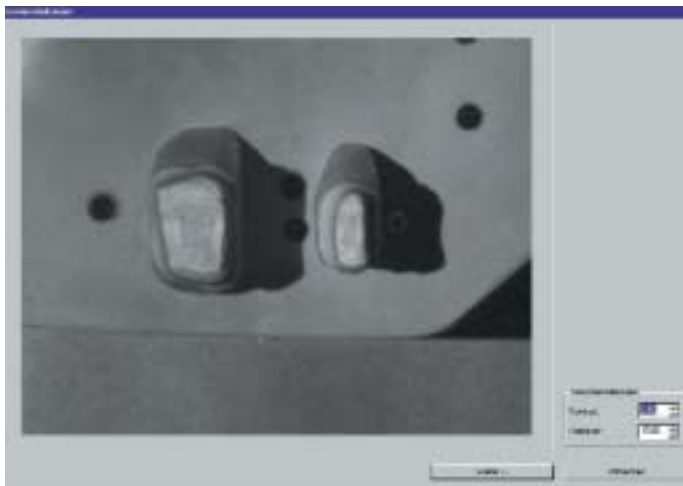


Abb. 5 Sensoreinstellung beim Scannen

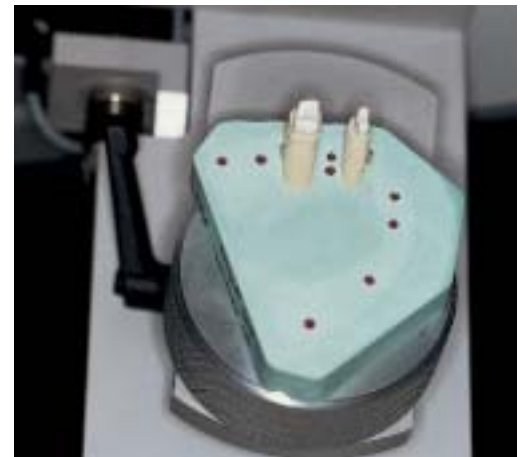


Abb. 6 Das Sägestumpfmodell wird magnetisch im Scanner fixiert



Abb. 7 Stumpf definieren

einzelnen Pfeilern möglichst keine Parallelitäten beziehungsweise so genannte Divergenzen bestehen (Abb. 2 und 3). Alle Präparationskanten sollten im Hinblick auf die Herstellung mit rotierenden Instrumenten abgerundet sein, um Fehlpassungen bei kleinem Zementspalt zu vermeiden. Es müssen insbesondere die Kantenübergänge von den Inzisal- und Okklusalfächen in die Vertikalflächen sorgfältig gebrochen werden und dürfen nicht spitzwinklig ($< 90^\circ$) zulaufen. Bei Frontzähnen muss

dem die Patientendaten, die Fräsparemeter sowie die so genannte ID- und Barcodes eingegeben werden (Abb. 4). Es hat sich gezeigt, dass folgende Parameter die zur Zeit besten Ergebnisse bringen:

- Wandstärke: 0,5 bis 0,6 mm
- Randverstärkung: 0,3 mm
- Zementspalt: 0,03 mm bei Brücken, 0,01 mm bei Einzelkronen
- Beginn des Zementpalt über Kronenrand: 1,5 mm bis 2,5 mm (je nach Ausprägung der Hohlkehle beziehungsweise Stufe).

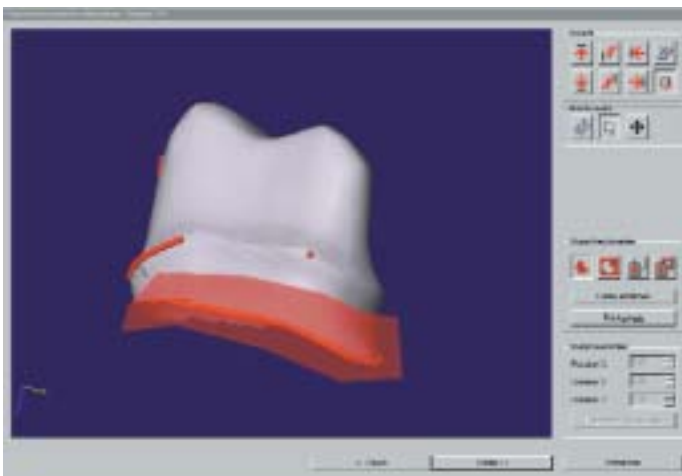


Abb. 8 Der gescannte Stumpf wird beschnitten

Einzelstumpferfassung ist nicht notwendig (Abb. 5). Beim Scanvorgang (Abb. 6) werden sowohl die einzelnen Stümpfe, der Kieferkamm als auch ein eventuell vorliegendes Bisregistrat erfasst, sodass bei der Brückenglied- und Konnektorgestaltung die basale und okklusale Ausdehnung genau zu kontrollieren ist. Bei der späteren Konstruktion können das Bisregistrat und der Kieferkamm auch ausgeblendet werden.

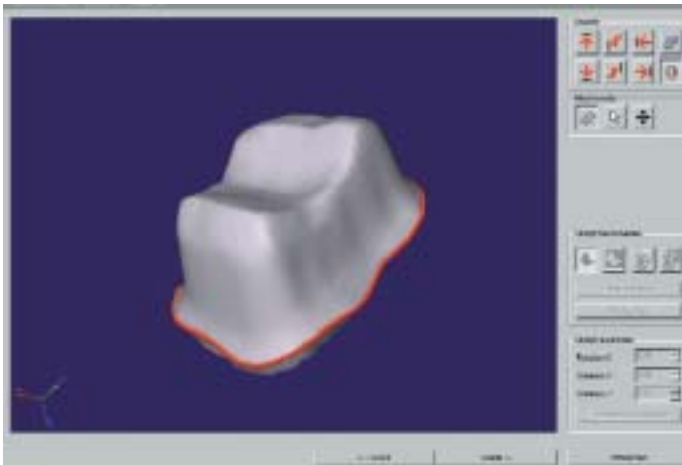


Abb. 9 Präparationsgrenze überprüfen

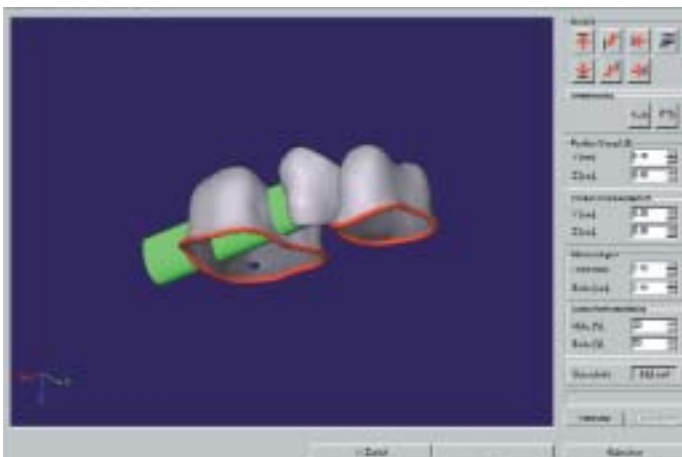


Abb. 11 Distaler Konnektor

Ein wesentlicher Aspekt, um die Datengewinnung möglichst problemlos zu gestalten, ist die sichere Fixierung des Modelles im Scanner. Als günstig hat sich dabei eine plane Sockelfläche mit einer zentralen Metallplatte erwiesen, da das Modell magnetisch im Scanner gehalten wird. Vom Hersteller 3M-Espe wurde deshalb ein eigener

Splitcasthalter für den Scanner entwickelt, bei dem auch das „herkömmliche“ SAM-System verwendet werden kann. Auch der reziproke Sockelformer der Firma SAM hat sich als praktikabel erwiesen.

Das Scannen der Stümpfe und Modelle erfolgt in einem Schritt (Abb. 5). Eine separate

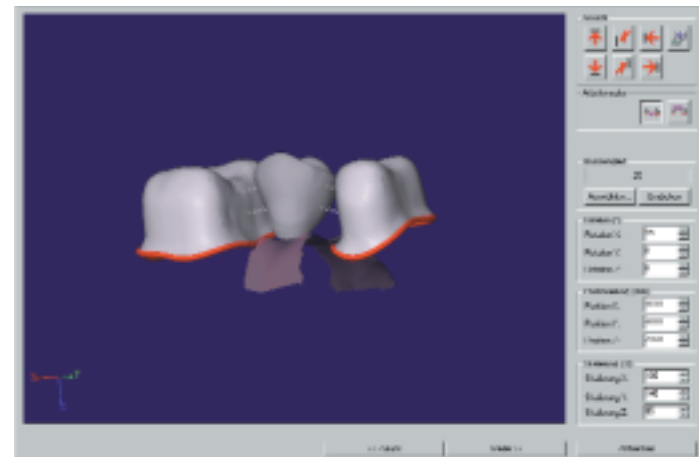


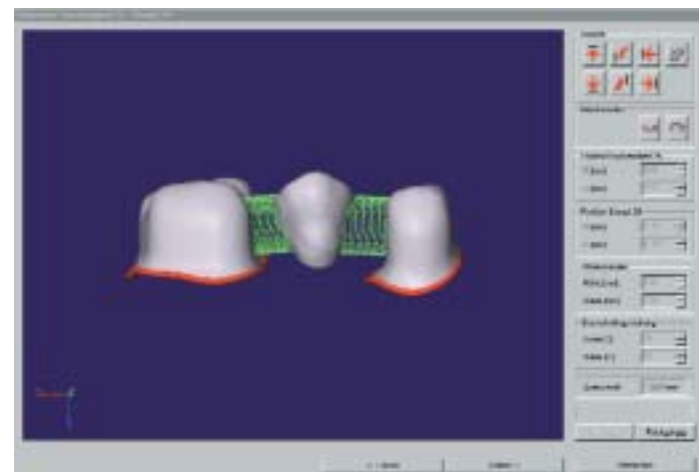
Abb. 10 Einfügen des Brückengliedes

4. Brückendesign

Nach dem Scannen erscheinen die Brückenpfeiler auf dem Monitor. Diese müssen nun definiert und beschnitten werden (Abb. 7 und 8).

Das Erkennen der Präparationsgrenze erfolgt automatisch. Diese muss nur noch auf eventuelle Ungenauigkeiten überprüft werden (Abb. 9).

Abb. 12 Beide Konnektoren sind eingefügt



Vom Zirkonoxidgerüst zur Lava-Vollkeramik

Abb. 13
Festlegen der
Einschubrichtung

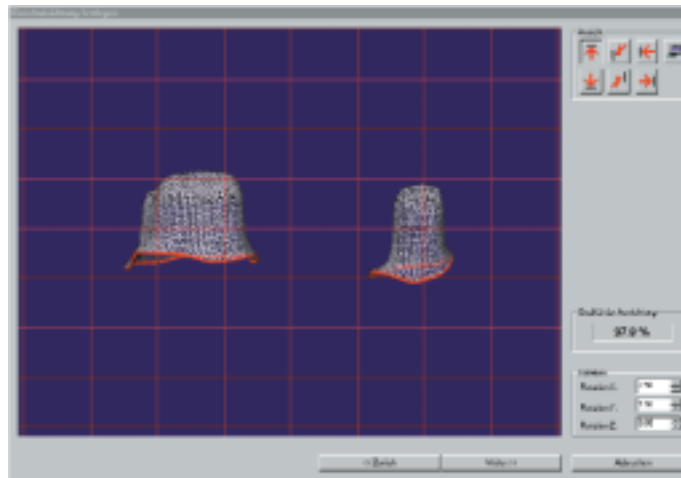
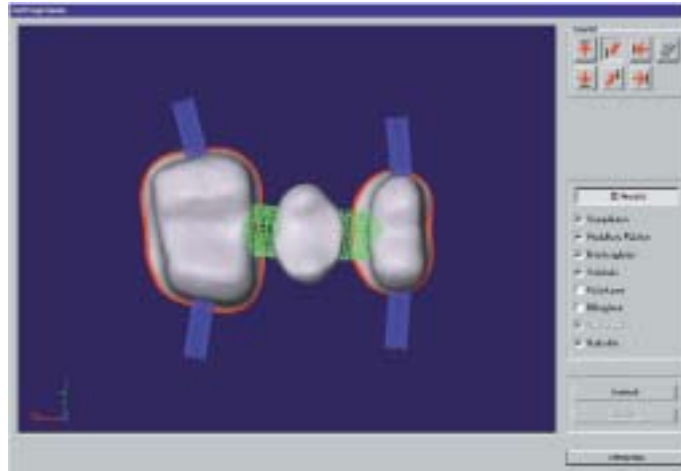


Abb. 14
Ansetzen der
Haltestifte



Zusätzlich ist eine Rotation des Brückengliedes um alle drei Achsen möglich (Abb. 10). Die Verbindungskonnectoren mesial und distal des Brückengliedes werden als nächstes eingefügt. Die Software erlaubt eine individuelle Einstellung der Höhe, Breite und Neigung der Konnectoren, die Querschnittsflächenberechnung erfolgt automatisch. Die anfänglich umständliche Konnectorplatzierung ist mittlerweile sehr bedienerfreundlich, so dass auch die Ansatzpunkte der Konnectoren individuell verschoben werden können. Auch die Querschnittsform kann stufenlos verändert werden (Abb. 11 und 12).

Im nächsten Schritt werden die Einschubrichtung festgelegt und die so genannten Haltestifte angebracht (Abb. 13 und 14). Dabei sollte man darauf achten, dass man die Stifte nicht zu nah an den Kronenrand setzt (mögliche Schädigung des Randes beim Fräsen). Abschließend werden ID-Code und Barcode eingegeben



Abb. 15 Der eingespannte
Brückenrohling in der
Fräseinheit



Abb. 16 Am Rand (Pfeil) ausgebrochene Gerüststruktur des
Grünkörperrohlings



Abb. 17 Das Heraustrennen des fertig gefrästen
Brückengerüstes

Das anschließende Setzen des Brückengliedes, welches aus einer Bibliothek ausgesucht wird, erfolgt unter Berücksichtigung von Kieferkamm und Bissregistrat. Man kann das Brückenglied in allen drei Raumrichtungen verschieben sowie die Größe skalieren.



Abb. 18 Die Ansatzstellen der Haltestifte werden mit einem Silikongummierer verschliffen



Abb. 19 Die Innen- und Außenseiten der Gerüste werden mit einem kleinen Pinsel gereinigt



Abb. 20 Die verschiedenen Färbelösungen



Abb. 21 Einlegen der Brückengerüste für exakt 2 Minuten

und der Brückenrohling in die Fräseinheit Lava-Form eingelegt. Es können bis zu 18 Aufträge auf einmal eingegeben werden. Die Fräsbahndaten werden im Konstruktionsrechner ermittelt und über Leitung an den Fräsrechner geschickt.

5. Fräsvorgang

Die Schrumpfung, welche beim Sintervorgang im Bereich von 20 bis 25 Prozent liegt, wird bei der Ermittlung der Fräsbahn mit eingerechnet. Die Fräseinheit erstellt nun vollautomatisch ein um das Schrumpfmaß vergrößer-

tes Brückengerüst. Die Bearbeitung als Grünkörper ermöglicht es, dass man das Gerüst ohne Kühlung durch Flüssigkeit erstellen kann, was die Wartungsfreundlichkeit der Fräsmaschine deutlich erhöht (Abb. 15).

Während der Studie ist es in einigen Fällen zu einem Ausbruch von Gerüststrukturen während des Fräsens gekommen (Abb. 16). Ursache war dabei in einem Fall ein mit Kunststoff verschmutzter Fräser, der dann nicht mehr schnitt. Bei parallelen Wänden mit seichter Hohlkehle ist eine entsprechende Materialzugabe



Abb. 22 Brückengerüst auf dem Sinterträger (man beachte die v-förmige Anordnung der Haltestifte)

Abb. 24 Auftragen
des Gerüstmodifiers



Abb. 23
Exakter
Randschluss des
aufgepassten
Gerüsts



an der Präparationsgrenze zu berücksichtigen, damit die fräsbare Mindestwandstärke von zirka 3/10 mm nicht unterschritten wird.

Das fertig gefräste Gerüst wird mit einer kreuzverzahnten Hartmetallfräse herausgetrennt (Abb. 17). Es sollten von beiden Seiten Kerben an den Haltestiften als Sollbruchstellen angebracht werden, bevor endgültig durchtrennt wird. Reste der Haltestifte und

Grate werden mit einem Silikonkummierer geglättet und anschließend das ganze Gerüst mit einem Pinsel gesäubert (Abb. 18, 19).

6. Färben der Gerüste

Ein großer Vorteil des Lava-Systems liegt auch darin, dass die Brückengerüste eingefärbt werden können. Dazu gibt es sieben verschiedene Färbelösungen, welche jeweils Farbgruppen zusammenfassen. Zum Färben werden die

Gerüste exakt 2 Minuten in die Färbelösung gelegt (Abb. 20 und 21) und anschließend überschüssige Flüssigkeit aus den Kappen und interdental mit Papierstreifen abgetupft. Günstig ist es, dabei auf einer leicht mit Wasser befeuchteten Papierunterlage zu arbeiten, da dadurch die Homogenität der Färbung am besten gewährleistet ist. Anschließend wird das Gerüst unter Rotlicht getrocknet.



Abb. 25
Das komplette
Gerüst ist gleichmäßig
dünn mit dem
Gerüstmodifier
überschichtet



Abb. 26 Die Lava-Ceram-Dentinmasse wird aufgeschichtet



Abb. 27
Das Cut-back

7. Sintern

Nach dem Färben werden die Gerüste im Hochtemperatur-ofen LAVA-Therm bei 1500 °C dichtgesintert und sie erhalten dabei ihr exaktes Maß. Die Sinterdauer beträgt 7,5 Stunden (Abb. 22).

8. Ausarbeiten der Gerüste

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, vor dem Aufpassen der Gerüste zuerst die Kronenrandverdickung (bei uns 0,30 mm) zu reduzieren. Eventuelle Störstellen an der



Abb. 28 und 29 Schneide- und Transpaschichtung in gewohnter Weise



Randverdickung werden somit von vornherein vermieden. In unserem Labor erfolgt das Aufpassen mit einem wasserlöslichen Filzschreiber, welcher ohne Probleme von den Stümpfen abgewaschen werden kann. Diese Methode gewährleistet eine exakte und feine Kennzeichnung der Störstellen an der Kroneninnenseite. Wir verwenden zum Ausarbeiten die wassergekühlte Laborturbine der Firma KaVo, mit der sich selbst ein so hartes Material wie Zirkonoxid schnell und schonend bearbeiten lässt. Abbildung 23 zeigt ein fertig aufgepasstes Gerüst: Man erkennt, dass sich eine sehr gute Passgenauigkeit erzielen lässt.

9. Verblenden

Als Verblendmaterial wurde eigens Lava-Ceram entwickelt, eine auf den WAK von Zirkonoxid abgestimmte Feldspatkeramik, die sich in der Systematik am Kunststoffverblendmaterial Sinfony orientiert.

Vorbereitend müssen die Brückengerüste mit dem Dampfstrahler oder Ultraschallgerät gereinigt werden, ein Abstrahlen mit Aluminiumoxid ist nicht notwendig.

Das Verblenden beginnen wir mit einem Gerüst-Modifizierbrand; dieser erfolgt bei zirka 820° C (Abb. 24 und 25). Die Modifiziermassen gibt es zu allen Vita Classical-Farben. Die nachfolgenden Schritte der Dentin-, Schneide- und Transpaschichtung sind identisch zur Schichtung des Sinfonymaterials, der erste Dentinbrand erfolgt bei 810° C, der zweite Dentinbrand bei 800° C, der Glanzbrand ohne Glasurmasse bei 820° C und mit Glasurmasse bei 790° C (Abb. 26 bis 30).

Da bei den bisherigen Softwaregenerationen eine okklusale beziehungsweise proximale Infrastrukturverdickung noch nicht möglich war, mussten wir bei viel Platzangebot

(Abb. 31) in diesen Bereichen in einigen Fällen mehr als 1,5 mm Verblendkeramik aufbauen (in einem Fall bis zu 3,5 mm). Es konnte trotzdem problemlos geschichtet werden, die Schrumpfung war durchaus berechenbar, es gab weder Sprünge noch mussten während der bisherigen Tragezeit Abplatzungen registriert werden.

Insgesamt kann man das Verblendmaterial als äußerst anwenderfreundlich und problemlos bezeichnen. Da Oxid-, Wash- und Opakerbrand entfallen, ergibt sich ein deutlicher Zeitvorteil gegenüber der herkömmlichen VMK-Verblendtechnik.

Abb. 30
Brücke 35 bis 37
nach dem
Glanzbrand



Abb. 31 Extremes
okklusales
Platzangebot
von zirka 3 mm bei
Implantatversorgung

10. Eingliedern

Die Befestigung von Kronen und Brücken aus Lava-Vollkeramik kann durch konventionelle Zementierung erfolgen, zum Beispiel mit dem Glasionomerezement Ketac Cem. Sämtliche Brücken unserer In-vitro- und in vivo-Studien wurden in derartiger Weise befestigt.

Erfreulich ist auch, dass Lava-Restaurationen aufgrund der hohen Festigkeit probegetragen werden können (Patientenfälle von dreigliedrigen Brücken Abb. 32 bis 34).

Probleme und Lösungen

Die anfänglichen Schwierigkeiten eines zu lockeren Sitzes der Kronen und Brücken konnten wir durch gezielte Veränderung der Schleifparameter in den Griff bekommen.

Als Ursache für Gerüstausbrüche während des Fräsens konnten folgende Punkte ermittelt werden:

- verschmutzte Fräser
- zu seicht präparierte Hohlkehlen beziehungsweise Stufen
- parallele beziehungsweise divergierende Wände
- zu schwache Kronenrandverstärkung in diesen Fällen.

In einigen Fällen wurden Sprünge in fertig gesinterten Gerüsten festgestellt (Abb. 35). Die Ursache hierfür lag in

Abb. 33
Dieselbe
Brücke in situ



falsch justierten Spannzangen, was zu einer Schädigung beim Fräsen führte. Dieses Problem konnte mit einer Neujustage behoben werden.

Bei viergliedrigen, längeren Brückenspannweiten stellten wir teilweise geringe Verzüge fest, wobei aber auch diese Passungen zufriedenstellend waren. Als Ursache könnte ein „Hängenbleiben“ der Gerüste auf dem Brennträger während des Sintervorgangs in Frage kommen, so dass die



Abb. 32 Patientenfall: Brücke von 15 auf 17

ungehinderte Schrumpfung trotz v-förmiger Anordnung der Haltestifte (siehe Abb. 22) nicht gewährleistet ist.

Das Einfärben der Gerüste hat sich als sehr einfach erwiesen, die ästhetische Wirkung ist gut. In einigen Fällen wurde eine etwas ungleiche Farbverteilung beobachtet. Verbessert werden kann dieser Mangel durch Besprühen des beim Färben untergelegten Papiertuches mit Wasser, die Färbung ist dann viel gleichmäßiger. Auch Trocknen unter Rotlicht verbessert die Farbhomogenität.

Aufgrund der Tatsache, dass die Gerüste beim Sintern

da dort Diamantfräser von unter 1,5 mm zur Zeit nur mit erheblichen Schwierigkeiten zu verwenden sind. Sehr häufig brechen die Diamanten ab oder verschleifen zu schnell. Im Grünzustand fräsbare Keramiken können hingegen auch bei erforderlichen kleineren Fräserdurchmessern mit HM-Instrumenten gefräst werden.

Von den bisher eingegliederten Brücken und Kronen sind nach acht Monaten alle Brücken intakt, es gab weder Frakturen noch Abplatzungen, die Patienten waren mit ihrer Versorgung sowohl in funktioneller als auch ästhetischer Hinsicht sehr zufrieden.



Abb. 34 Seitenzahnbrücke von 45 bis 47

um zirka 25 Volumenprozent schrumpfen, kann der tatsächliche Fräserdurchmesser auch um diesen Betrag größer sein. Dies ist gegenüber der Bearbeitung von durchgesintertem Zirkonoxid von Vorteil,

Im Rahmen dieser Studie wurden auch fünf Brücken eingegliedert, die über die offizielle Indikation von dreigliedrigen Brücken hinausgehen (Abb. 36 und 37). Hier sei aber darauf hingewiesen,

dass sich solche Indikationsausweitungen noch im Experimentierstadium bewegen. Man sollte sich gerade zu Beginn dieser neuen Vollkeramik-Ära davor hüten, die Grenzen zu schnell zu überschreiten, bevor nicht ausreichende klinische Erfahrungen zu dreigliedrigen Restaurationen vorliegen.

Auch bei einigen Überlegungen, die Präparationstiefe zu reduzieren und die Gerüststärke zu minimieren, sei Vorsicht angeraten. Da man ja kein „hässliches“ Metallgerüst verstecken muss, ist es

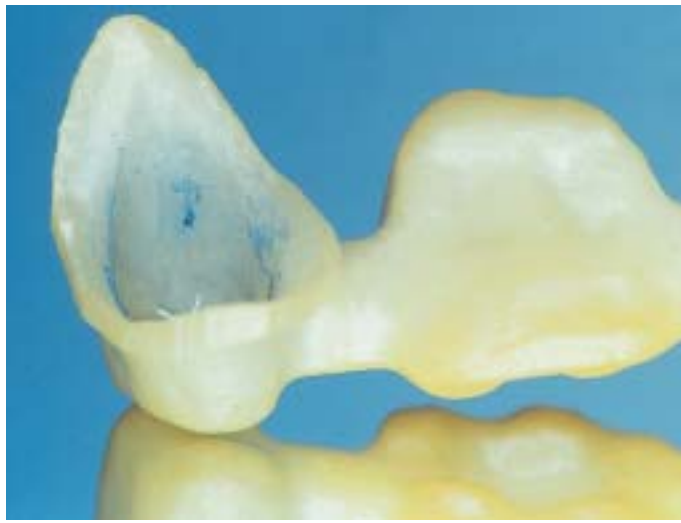


Abb. 35
Sprung in einem
Brückengerüst
nach dem Sintern
(mit Prüfflüssigkeit
deutlich sichtbar
gemacht)



Abb. 36
Viergliedriges
Lava-Brückengerüst
auf Sägemodell

unserer Ansicht nach nicht notwendig, unter eine Stärke von 0,6 mm zu gehen. Mit diesen Werten können wir Gesamtstärken von Kronen erreichen, die sich inklusive Verblendung im Bereich der Metallkeramik bewegen, was ja unter dem Aspekt der Substanzschonung auch schon als großer Erfolg anzusehen ist.

Ein weiterer großer Vorteil des Systems liegt im hohen Durchsatz, im geringen Schleifkörperverschleiß und folglich in der kostengünstigen Herstellung vollkeramischer Gerüste. Es ist auch kein Aufwachsen nötig, welches immer systembedingte Fehler verursachen kann.

Ausblick

Eine Ausweitung der Indikation sollte vorsichtig erfolgen, gleichwohl man optimistisch in die Zukunft blicken kann. Die Herstellung keramischer Primärteile für die Teleskoptechnik aus Zirkonoxid ist ebenso ein interessanter Aspekt, um auch in der Teilprothetik in Kombination mit galvanogeformten Außenteilen hochwertigen und extrem biokompatiblen Zahnersatz anbieten zu können. ■



Abb. 37
Gerüsteinprobe
am Patienten

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Peter Pospiech
Poliklinik für zahnärztliche
Prothetik der Ludwig-
Maximilians-Universität
München
Goethestraße 70
80336 München