

B 2129 E

das
dental
labor

Die ganze Welt
der Zahntechnik

SONDERDRUCK

**Universelle phosphatgebundene
Einbettmassen**

► *Wirtschaftliche und qualitative Entscheidungskriterien
von Bernhard Egger, Füssen*

Oktober 2012 · 60. Jahrgang

www.dlonline.de

Universelle phosphatgebundene Einbettmassen

Wirtschaftliche und qualitative Entscheidungskriterien

Autor:

Ztm. Bernhard
Egger, Füssen

Indizes:

Einbetten
Einbettmasse
Lithiumdisilikat
Presskeramik

Trotz großer Fortschritte in der CAD/CAM-Technologie werden mit traditionellen Press- und Gusstechniken nach wie vor beste Ergebnisse erzielt. Gerade im Hinblick auf das immer rigorosere Kostenmanagement im Labor sind bewährte Techniken für alle Beteiligten nach wie vor ein Garant für ein verlässliches Preis-/Leistungsverhältnis. Bernd Egger macht sich hier Gedanken über wirtschaftliche und qualitative Entscheidungskriterien im Hinblick auf universelle phosphatgebundene Einbettmassen.

Der hohe Kostendruck und der damit verbundene enge finanzielle Spielraum zahntechnischer Labore führt zu einer stärkeren Beachtung qualitativer Kriterien beim Wareneinkauf und der Produktion. Daneben gibt es den Faktor Zeit, der indirekt über die damit verbundenen Lohnkosten Einfluss auf die Herstellungskosten nimmt. Dies erfordert Technologien, die zuverlässige, vorhersagbare und qualitativ hochwertige Ergebnisse garantieren.

Presstechnik

Die Verarbeitung von Presskeramik ist im Portfolio der meisten zahntechnischen Betriebe etabliert und hat sich

dabei als eine sichere technologische Variante herausgestellt (Abb. 2 bis 6). Insbesondere die Einführung der pressfähigen Lithiumdisilikat-Keramik (e.max) durch das Unternehmen Ivoclar hat diese Entwicklung nachhaltig beeinflusst. Eine große Bedeutung bei der Verarbeitung dieses Materials kommt den dabei verwendeten Brennöfen und den Einbettmassen zu.

Speed-Einbettmassen

Die Entwicklung der so genannten Speed-Einbettmassen hat den bis dahin bekannten zeitintensiven Arbeitsablauf nachhaltig verändert. Dauerte der Vorwärmprozess bei konventionellen Einbettmassen vom Einbetten bis



Abb. 2

◀ **Abb. 2** Die Ausgangssituation war aufgrund der Verfärbung der devitalen Zähne 11 und 21 aus ästhetischer Sicht eine Herausforderung für die geplante vollkeramische Versorgung



Abb. 3



Abb. 4

zum Press- oder Gießvorgang drei bis vier Stunden, so wurde die benötigte Zeit bei modernen Speed-Einbettmassen bis auf etwa 90 Minuten reduziert. Rechnet man noch hinzu, dass bei konventionellen Einbettmassen idealerweise ein Start des Vorwärmprozesses bei Zimmertemperatur vorausgesetzt wird, bedeutete dies in der Praxis, dass gerade bei kleinen Laboren häufig nur einmal pro Tag gegossen oder gepresst werden konnte. Dies war eine deutliche Einschränkung der täglichen Produktion und setzte häufig strategische Planung voraus, verbunden mit signifikant längeren Herstellungszeiten und schlechten Reaktionsmöglichkeiten im Falle eines Misserfolges.

Zusammensetzung

Im Fokus dieser Untersuchung stehen die Eigenschaften der Speed-Einbettmassen, die einer genaueren Betrachtung unterzogen werden sollen.

Die Speed-Einbettmassen bestehen aus dem Binder Magnesiumoxid und Ammonium-Dihydrogen-Phosphat sowie aus Siliciumdioxid-Modifikationen (SiO_2) Quarz und Cristobalit als Füllstoff. Sie werden mit einer Anmischflüssigkeit, im Wesentlichen bestehend aus wässrigem Kieselsol, angerührt (Wikipedia: Kieselsol ist eine wässrige kolloidale Suspension von amorphem Siliciumdioxid (SiO_2)). Das Wort setzt sich aus Kiesel für Kieselsäuren und Sol, einem Synonym von Kolloid, zusammen). Nach dem Anmischen erfolgt durch den Kristallisationsprozess des Ammonium-Magnesium-Phosphates bei Raumtemperatur die Verfestigung der Einbettmasse. Beim anschließenden Vorwärmprozess im Ofen kommt es zur Abspaltung von Wasser und Ammoniak und es bildet sich Magnesium-Pyrophosphat. Dieser Prozess stellt einen kritischen Moment im Ablauf dar, der im Kapitel: „Probleme bei der Verarbeitung“ genauer beleuchtet wird.

▲ **Abb. 3 und 4** Frontal- und Lingual-Wachs: Die dimensionsgenaue Umsetzung der Wachsmodellation ist für eine effiziente Produktion unerlässlich

► **Abb. 5 Randschluss-Wachs:** Der Wunsch des Anwenders sind Press- und Gussresultate, die ohne Nachbearbeitung passgenau sind



► **Abb. 6 Anstiften:** Die Platzierung des Pressobjektes ist entscheidend für die Stärke der Reaktionsschicht bei Lithiumdisilikat-Keramik



► **Abb. 7 Die SHOFU Ceravety Press & Cast Einbettmasse** setzt neue Maßstäbe in der Einbettmasstechnologie. Sie ist für die Press-/Press-Over- und Gusstechnik im Speed-Verfahren anwendbar und kann auch konventionell aufgeheizt werden. Die ausgezeichnete Steuerung der Expansion bewirkt eine ideale Abstimmung zu den Press- und Gussobjekten. Dabei werden sehr glatte Oberflächen mit einer herausragend gleichbleibenden Passung erzeugt.



Dimensionsverhalten

Die Expansion setzt sich aus der Abbindeexpansion und der thermischen Expansion zusammen. Es gilt:

$$\text{Gesamtexpansion} = \text{Abbindeexpansion} + \text{thermische Expansion}$$

Die Abbindeexpansion und die thermische Expansion werden dabei durch die Konzentration der Anmischflüssigkeit gesteuert. Je weniger destilliertes Wasser zur Verdünnung eingesetzt wird, also je höher konzentriert die Anmischflüssigkeit ist, desto größer ist im Allgemeinen die Abbindeexpansion und um so kleiner wird das Press- oder Gussobjekt. Beim Vorwärmprozess der Einbettmasse findet eine Schwindung zwischen den sich berührenden Körnern des Füllstoffes statt, so dass, mikroskopisch betrachtet, ein poröser Einbettmasskörper entsteht. Diese Porositäten sind später notwendig, um beim Guss- oder Pressvorgang das Entweichen der Gase innerhalb der Muffel zu ermöglichen.

Die Expansion wird wesentlich durch das Füllmaterial bestimmt. Weiter führt ein hoher Gehalt an Kieselsol zu einer größeren thermischen Expansion.

Oberflächenglätte

Wie bereits geschildert, ist die Oberflächenstruktur der Einbettmasse durch Porositäten gekennzeichnet, deren Grad abhängig vom Gehalt an Kieselsol in der Anmischflüssigkeit ist. Die aus dem Kieselsol entstehenden amorphen Silikat-Partikel dichten diese Poren teilweise ab. Vereinfacht gilt: Je höher der Kieselsolgehalt der Anmischflüssigkeit, desto glatter die Oberfläche des Objektes.

Merkmale von Einbettmassen

Wesentliche Merkmale einer „idealen“ Einbettmasse sind:

- große Indikationsbreite
- einfaches Anmischen, gutes Füllvermögen, kurze Härtingszeit
- lange Verarbeitungszeit

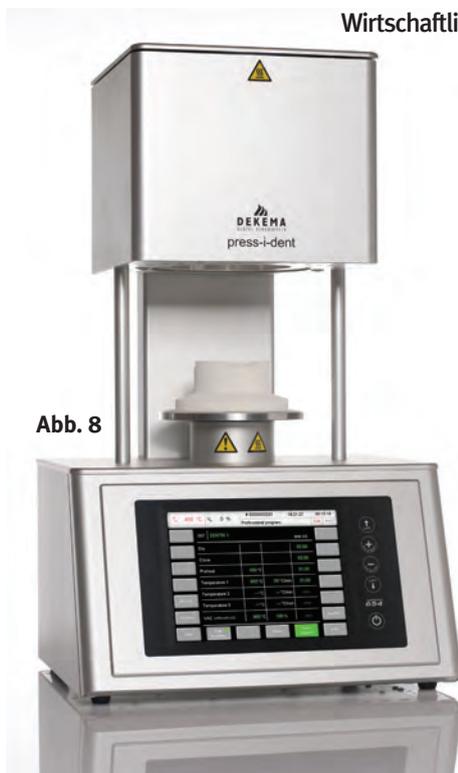


Abb. 8



Abb. 9

- Expansionsfähigkeit: gut steuerbares Dimensionsverhalten
- glatte Oberflächen, gute Detailnachbildung, wie etwa Ränder der Objekte
- niedrige Oberflächenrauigkeit und Porosität
- hohe mechanische Festigkeit bei niedrigen und hohen Temperaturen
- keine oder geringe Oberflächenreaktion mit Legierungen
- gute Trennung von Guss- oder Pressobjekten.

Diese Eigenschaften werden durch die verwendeten Mischungsverhältnisse der einzelnen Komponenten der Einbettmasse, den verarbeiteten Rohstoffen und der Reproduzierbarkeit der Herstellung beim Produzenten bestimmt. In der Praxis resultieren daraus die großen qualitativen Unterschiede der angebotenen Einbettmassen. Häufig stellen sich bei einem Produkt deutliche Unterschiede der einzelnen Chargen heraus, die ein verlässliches Arbeiten erschweren. Diese Problematik macht es für viele Anwender nahezu unmöglich, eigene Verfahrensfehler zu erfassen und zu korrigieren. Abhilfe schaffen können hier nur sorgfältige, reproduzierbare Arbeitsschritte im Labor einerseits sowie das Verständnis für die beeinflussenden Faktoren andererseits, um das Ziel zu erreichen: ein zuverlässiges, geeignetes und qualitativ stabiles Produkt zu verwenden (Abb. 7).

◀ **Abb. 8 press-i-dent:** Der Austromat 654 press-i-dent ist ab Software Version 03.00 mit einer neuen, revolutionären Presszeitautomatik ausgestattet. Sie verkürzt Presszeiten für Presskeramiken auf ein Minimum und reduziert damit Reaktionsschichten bei perfektem Pressergebnis. Anwendungen mit dem trixpress-Muffelsystem sind damit nochmals wesentlich prozess-stabiler. Auch der Austromat 354 press-i-dent kann mit der neuen Presszeitautomatik nachgerüstet werden. Dazu wird ein Hardware-Update-Kit benötigt, um die Software V 03.00 anzuwenden.

▲ **Abb. 9 Presstisch:** Der optimierte Presstisch des Dekema-Brennofens trägt den neuesten Erkenntnissen der Temperaturverteilung in der Brennkammer keramischer Brennöfen Rechnung und erlaubt aufgrund seiner speziellen punktuellen Auflagefläche eine Zirkulation der Strahlungswärme in der Brennkammer. Dies führt zu einer gleichmäßigeren Temperaturverteilung innerhalb der Muffel und trägt zu qualitativ besseren Ergebnissen bei.

Probleme bei der Verarbeitung

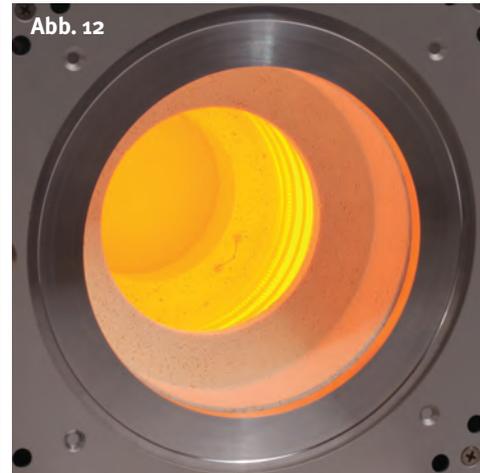
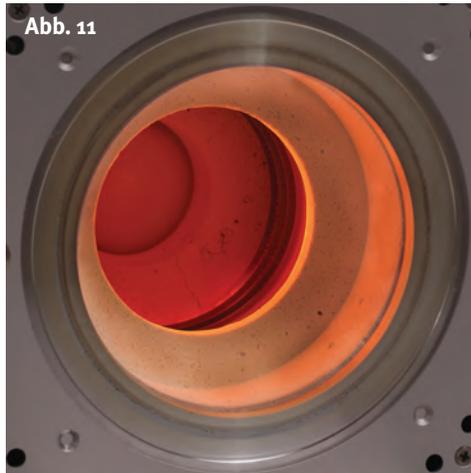
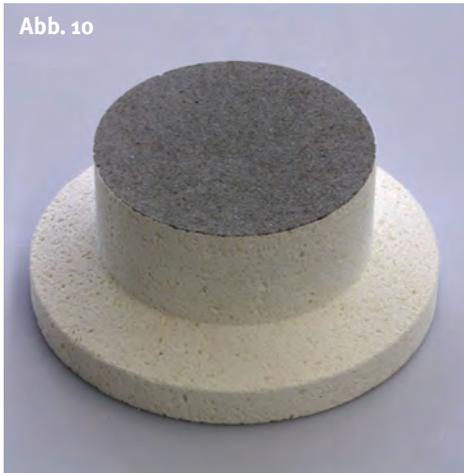
Gefüge der Einbettmassen – Zwischenräume, Korngrößen

Durch die Körnigkeit des Pulvers kommt es beim Anmischen zum Einschluss von Wasser. Die einzelnen Körner des Pulvers werden durch das Bindemittel verbunden. Je nach Korngröße des Pulvers und der spezifischen Beimengungen sind unterschiedlich große Zwischenräume möglich.

Entstehung von Druck

Der Einschluss des Wassers führt während des Vorwärmprozesses zu Form-Instabilitäten. Dies lässt sich folgendermaßen erklären:

Wasser geht bei 100 °C in den gasförmigen Zustand über. Das Volumen von



▲ **Abb. 10 Brenntisch:** Konventionelle Brenntische erlauben keine Zirkulation der Strahlungswärme am Muffelboden. Dies führt zu einer ungünstigen Temperaturverteilung innerhalb der Muffel und kann somit einen negativen Einfluss auf das Pressergebnis nehmen.

▲ **Abb. 11 Heizelement alt:** Ein verbrauchtes Heizelement ist zur Erzielung qualitativ hochwertiger Ergebnisse kontraproduktiv. Eine exakte Temperatursteuerung ist unabhängig vom verwendeten Ofentyp/Hersteller nicht gewährleistet.

▲ **Abb. 12 Heizelement neu:** Ein intaktes Heizelement ist zur Erzielung qualitativ hochwertiger Brenn-/Pressergebnisse ein unerlässlicher Baustein innerhalb der Produktionskette

Entstehung von Spannungsrissen

Immer dann, wenn auf ein Material Zug oder Druck einwirken und es aufgrund seiner Formstabilität nicht zu Formänderungen kommen kann, entstehen Spannungen. Der beschriebene Dampfdruck und die unterschiedlichen Expansionen sind somit Ursache für die mechanischen Spannungen in Inneren von Muffeln. Insbesondere bei Presskeramiken mit niedrigeren Festigkeitswerten kann dies zu Sprungbildung nach dem Abkühlprozess führen. Bei Legierungen kann dies zu Spannungen innerhalb des Gußobjektes führen.

Wasser vergrößert sich dabei auf das 1700fache. Diese Gasexpansion erzeugt in den Zwischenräumen des Einbettmassen-Gefüges durch das Verdampfen des Wassers Druck, der Wasserdampf wird durch die Zwischenräume herausgedrückt. Bei zu schneller Zufuhr der Wärme platzt das Material und es bilden sich feinste Risse (siehe Tabelle).

Lithiumdisilikat-Keramik

Lithiumdisilikat-Keramik zeichnet sich durch eine hohe Festigkeit aus und kann auch im Pressverfahren verarbeitet werden.

In Abhängigkeit von Ofentyp und Einbettmasse treten erhebliche qualitati-

Gleichung zur Berechnung des Volumens idealer Gase

$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

Dabei ist
 p: Druck in Pa (1 Pa = 1 N/m²)
 V: Volumen in m³
 n: Stoffmenge in mol
 T: Temperatur in K
 R: universelle Gaskonstante = 8,314 J/(K * mol)

Um massebezogen rechnen zu können, wird die Stoffmenge n ersetzt durch die Masse, dividiert durch die Molmasse M: $n = m / M$, und man erhält:

$p \cdot V = m / M \cdot R \cdot T$

Für 1,000 l Wasser von 4 °C und Dampf von 100 °C und 1013 mbar ergibt bei Anwendung der idealen Gasgleichung ein (theor.) Dampfvolumen von 1,700 m³.



Abb. 13

▲ **Abb. 13 trixpress-Formen:** Insbesondere überpresste Suprakonstruktionen bei Implantatversorgungen verlangen häufig eine größere Muffelform. Die traditionelle 200-g-Muffel findet hier ihre Grenzen. Das Dekema trixpress-System umfasst die Muffelgrößen 100 g, 200 g und 380 g, welche speziell an die Funktionalität des Austromat 3001 press-i-dent sowie des Austromat 354 press-i-dent angepasst wurden, aber auch in anderen Brennöfen verwendet werden können.



Abb. 14

▲ **Abb. 14 Trixpress-Lieferformen:** Die drei Größen umspannen das gesamte Feld der Press- als auch der Überpress-Techniken, von der einzelnen Krone bis hin zur 14-gliedrigen Brücke. Aufgrund der individuell platzierbaren Einweg-Platzhalter ist es möglich, bis zu 30 g Keramik und/oder fünf unterschiedliche Farben während eines Pressvorgangs zu verarbeiten. Durch die Verteilung der Keramik auf mehrere Stempel ist eine optimale Ausnutzung der Press-Pellets gegeben.

ve Unterschiede auf, basierend auf einer Sensibilität von Lithiumdisilikat gegen Temperaturen oberhalb 900 Grad, der Haltezeit und dem Kontakt mit phosphat-gebundenen Einbettmassen. (Abb. 8). Die Wärme, die im Inneren der Muffel ankommt, weicht nicht unerheblich von der Raumtemperatur der Brennofenkammer des Ofens ab. Da die Einbettmasse wie ein thermischer Widerstand wirkt, wird auch bei verlängerter Haltezeit zu keinem Zeitpunkt eine gleichmäßige Temperaturverteilung in der Muffel anzutreffen sein.

Es findet also, gemessen von der Aussenhülle zum Zentrum der Muffel, ein Energieverlust statt mit der Folge, dass bei konstanter Brennraumtemperatur zu keinem Zeitpunkt im Inneren der Muffel eine homogene Temperaturverteilung besteht.

Um dem Anwender trotzdem vollständige Pressungen zu ermöglichen, begegnen viele Hersteller von Brennöfen dieser Problematik durch eine Erhöhung der Endtemperatur. Nachteil dieses Verfahrens bleibt jedoch der Temperaturanstieg innerhalb der Pressmuffel von Innen nach Außen; das bedeutet, die Keramik wird systembe-

dingt grundsätzlich von einem kälteren Kern in den wärmeren Randbereich gepresst. Somit wird also die Keramik vorwiegend überhitzt und dadurch die zur Pressung notwendige Viskosität der Keramik gewährleistet.

Dieser Umstand wirkt sich vor allem bei sensiblen Materialien wie Lithium-Disilikat-Keramik negativ auf dessen Qualität aus, da hohe Temperaturen und die Verweildauer dort zur verstärkten Bildung der Reaktionsschicht an der Oberfläche führen.

Eine stärkere Reaktionsschicht wiederum bedeutet in der weiteren Verarbeitung neben einer schlechteren Passung eine Volumenänderung des Pressobjektes, die zu nicht tolerierbaren Ergebnissen führen kann. Neben der Wahl eines geeigneten Brennofens kommt daher der Einbettmasse für die Stärke der Reaktionsschicht eine entscheidende Bedeutung zu (Abb. 9 bis 12).

Wärmeleitfähigkeit

Phosphatgebundene Einbettmassen bestehen aus zwei Komponenten, einem Pulvergemisch und der Anmisch-



▲ **Abb. 15** Die Oberfläche der Muffel bei Einsatz eines Silikon-Muffelformers erzeugt eine vergrößerte Oberfläche. In der Theorie geht man davon aus, dass die Wärmestrahlung der Heizspirale so besser die Muffel aufheizen kann. In der Praxis stellt sich dieser Faktor in seinem Einfluss auf gering heraus, die Wärmeleitfähigkeit der Einbettmasse ist bedeutsamer für das Gesamtergebnis.

flüssigkeit. Die Anmischflüssigkeit besteht aus Wasser und Kieselsol, in der Regel in einem Mischungsverhältnis von 70 Prozent : 30 Prozent. Weitere Zusätze können beispielsweise Alkali (Na_2O) sein, die dazu dienen, einer Algenbildung (bei längerer Lagerung) vorzubeugen.

Die Anmischflüssigkeit übernimmt lediglich die Aufgabe der Expansionssteuerung, bewirkt aber bei phosphatgebundenen Einbettmassen keine unmittelbare Steigerung der Qualität aufgrund etwaiger spezieller Zusätze. Die eigentlichen Eigenschaften der Einbettmasse werden somit durch die Bestandteile des Pulvers bestimmt: Korngrößen und Mischungsverhältnisse der Pulverrezeptur sind dabei die entscheidenden Parameter. Besondere Bedeutung kommt dabei wie beschrieben der spezifischen Wärmeleitfähigkeit der Einbettmasse zu.

Definition

Die Wärmeleitfähigkeit, auch Wärmeleitfähigkeit (λ , l , k oder κ) eines Festkörpers, einer Flüssigkeit oder eines Gases ist sein Vermögen, thermische Energie („Wärme“) mittels Wärmeleitung zu transportieren.

Die (spezifische) Wärmeleitfähigkeit in Watt je Kelvin und Meter ist eine temperaturabhängige Materialkonstante.

(Wikipedia)

In der Praxis bedeutet dies, dass die Einbettmasse wie ein Isolator wirkt: Das Verständnis des Anwenders ist üblicherweise, dass eine Muffel nach etwa einer Stunde Verweildauer im Vorwärmofen bei Endtemperatur eine



▲ **Abb. 16** Querschnitt Muffel: Vereinfacht gilt: Je heißer die Einbettmasse, desto stärker die Reaktionsschicht. Da eine Muffel im Kern stets kälter ist als an der Außenwand, ist die Ausbildung der Reaktionsschicht dort geringer.

gleichmäßige Erwärmung erfahren hat. Danach gibt es keine Temperaturdifferenz zwischen der Außenwand der Muffel und dem Kern. Diese Annahme ist jedoch nicht richtig, vielmehr besteht ein signifikanter Temperaturunterschied. Die heißere Außenwand erreicht tatsächlich die angestrebte Endtemperatur, während der Kern in Abhängigkeit der spezifischen Wärmeleitfähigkeit der jeweiligen Einbettmasse bis zu 80 Grad Celsius kälter ist (Abb. 15). Insbesondere für den Pressvorgang bedeutet dies, dass die Stärke der Reaktionsschicht bei der Verarbeitung von Lithiumdisilikat in Abhängigkeit der Position des Pressobjektes innerhalb der Muffel variieren kann (Abb. 16). In Verbindung mit geeigneten Brennprogrammen, einem optimierten Brennkammerdesign und einer Einbettmasse mit einer optimierten Wärmeleitfähigkeit kann diesem Umstand so begegnet werden, dass nahezu keine Reaktionsschicht entsteht (Abb. 17 und 20). Unverständlicherweise wird diese wichtige Eigenschaft aber von den Herstellern in den Verarbeitungsanleitungen nicht genannt. Oder wie bei der Recherche zu diesem Artikel zutage trat, ist sie vielen Herstellern in ihrer Bedeutung nicht bekannt.

Unterschiede

Produkt	Verarbeitungszeit (bei 23 °C Raum- temperatur)	Anmischdauer unter Vakuum	Aushärtezeit bei Speed- Technik	Eignung für Presskeramik & Gusstechnik
Shofu Ceravety	6 min	60 s	20 min	Ja
Ivoclar PressVest Speed	4,5 min	180 s	40 min	Nein
GC MultiPressVest	6 min	60 s	20 min	Nein
Bego BellaCer	6 min	150 s	40 min	Nein

Angaben der Hersteller bezogen auf 200-g-Muffel



Abb. 17



Abb. 18

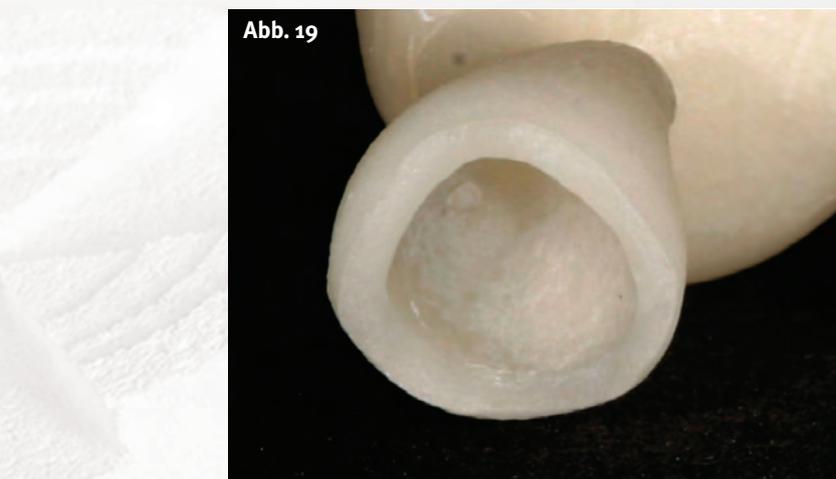


Abb. 19



Abb. 20

▲ Abb. 17 Das Ergebnis der Pressung nach dem Abstrahlen

▲ Abb. 18 Der Vergleich zweier Einbettmassen unter identischen Voraussetzungen. Das Ergebnis der Ceravety-Einbettmasse (im Bild links); in Verbindung mit der Lithiumdisilikat-Keramik ist nach dem Ausbettvorgang bei optimalen Bedingungen keine Reaktionsschicht vorhanden. Im Gegensatz zur Einbettmasse-Produktempfehlung des Herstellers der Lithiumdisilikat-Keramik (im Bild rechts) zeichnet die Ceravety-Pressung eine feinere Oberfläche und exzellente Detailgenauigkeit im Randbereich.

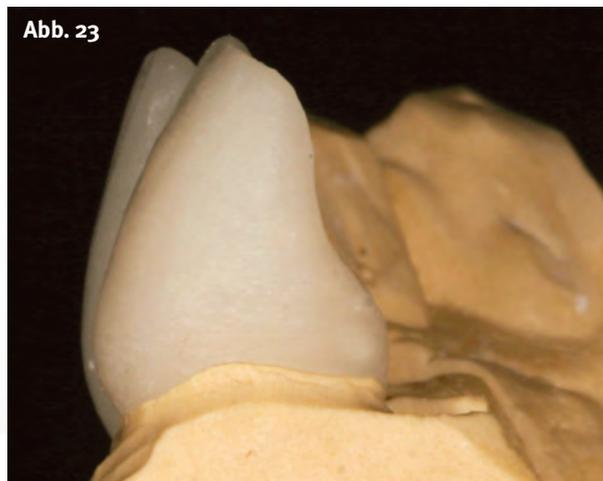
▲ Abb. 19 Präzision Rand: Die genaue Wiedergabe der Ränder wird durch die exakte Expansionssteuerung der Einbettmasse gewährleistet

▲ Abb. 20 Reaktionsschicht Vergleich: Die Krone links zeigt die Lingualfläche, die am nächsten zur Außenseite der Muffelwand platziert war. Gegenüber der zentral platzierten Krone ist die Ausbildung der Reaktionsschicht stärker.



▲ **Abb. 21 und 22 Frontal und lingual:** Die Passung der Ceravety-Einbettmasse unmittelbar nach dem Ausbetten, ohne eine Bearbeitung mit rotierenden Instrumenten

► **Abb. 23 Randschluss:** Die Passung erlaubt ein sehr effizientes Arbeiten, da in Abhängigkeit der Präparationsform nahezu keine Korrekturen am Pressobjekt notwendig sind



Der Vergleich der Materialeigenschaften zeigt deutliche Unterschiede bei der Verarbeitung und der Indikation auf. Die kürzesten Aushärtezeiten, gerechnet ab Anmischbeginn, weisen die Produkte von Shofu (Ceravety) und GC (MultiPressVest) mit nur 20 Minuten auf. Die Empfehlungen der Hersteller Ivoclar (PressVest Speed) und Bego (BellaCer) für eine 200 g Muffel sind am oberen Rand der Verarbeitungsbreite (30-40 min) angesiedelt und damit doppelt so lange wie SHOFU oder GC. Rechnet man zu diesen Zeiten noch die Dauer der jeweiligen Brennprogramme der unterschiedlichen Pressöfen dazu, können Gesamt-Zeitunterschiede von bis zu 40 Minuten entstehen.

Die schnellsten Zeiten liegen bei 120 Minuten bis zum Ende des Presszyklus, die längsten Zeiten bei 160 Minuten.

Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal ist der Aspekt der Indikationsbreite. Ceravety ist als einzigste der untersuchten Speed-Einbettmassen multi-indikativ, das heißt sie kann sowohl für die Press-/Press-Over-, als auch für die traditionelle Gusstechnik verwendet werden.

Ausbetten

Neben der Indikationsbreite und der Verarbeitung ist der Vorgang des Ausbettens ebenfalls ein weiterer wichtiger Aspekt. Die Härte der Einbettmasse nach dem Press-/Gießvorgang und die Stärke der Reaktionsschicht mit dem Press-/Gussobjekt ausschlaggebend für den zeitlichen Aufwand beim Ausbettvorgang. In Abhängigkeit der verwendeten Einbettmasse kann dies bei einer 200-g-Muffel bis zu 15 Minuten bezogen auf den Werkstoff Lithiumdisilikat betragen.



Abb. 24

▲ **Abb. 24** Endergebnis: Die Summe der einzelnen Komponenten der Produktionskette führt bei optimaler Abstimmung zu reproduzierbaren, ästhetischen Endergebnissen. Zuverlässigkeit, Effizienz und Präzision der Ceravety-Einbettmasse setzen dabei neue Maßstäbe.

Die Ceravety-Einbettmasse schnitt auch in diesem Vergleich als das Produkt mit den besten Ergebnissen ab. Der niedrige notwendige Strahlendruck bewirkt dadurch einen geringen Stress für gepresste Objekte mit dünnen Wandstärken. Bei der Überpresstechnik können Objekte aus Metall oder Keramik mit eingebettet werden (Abb. 21 bis 23).

Zusammengefasst bietet die getestete Kombination: Shofu Ceravety-Einbettmasse/Dekema-Brennofen bei der Verarbeitung von Lithiumdisilikat-Keramik hervorragende Ergebnisse (Abb. 24):

- geringste Reaktionsschicht aller getesteten Produkte
- sehr kurze Abbindezeit
- hervorragende Zeichnungsgenauigkeit
- kurze Ausbettzeiten bei geringem Strahlendruck
- optimale Wärmeleitfähigkeit für Lithiumdisilikat-Keramik.

Literatur

[1] Hilburg, A. Dipl.-Ing.: Das Verhalten cristobalithaltiger Einbettmassen beim Vorwärmen. 2000

[2] Wöllmer H.: Untersuchung zum Präzisionsgießen metallischer Mikroteile. Forschungszentrum Karlsruhe Technik und Umwelt. Wissenschaftliche Berichte Karlsruhe. 2000 FZKA 6502

Korrespondenzadresse:



Ztm. Bernhard Egger
Wachsbleiche 15
87629 Füssen
Telefon (0 83 62) 92 12 23
E-Mail Egger@natural-
esthetics.com

Nähere Infos zum Autor finden Sie unter www.dlonline.de/autoren.



<http://bit.ly/QosQMN>



SHOFU DENTAL GMBH
Am Brüll 17
40878 Ratingen



DEKEMA Dental-Keramikoefen GmbH
Industriestr. 22
83395 Freilassing