

Phosphatgebundene Einbettmassen in der Zahnheilkunde

Tatort Expansion

Ein Beitrag von Julia Polz, Erlangen/Deutschland

„...und jetzt erzählen Sie mir noch, dass ich bei Vollmond, nachts, rückwärts ins Labor gehen soll...“, schmettert mir ein Kollege während eines Telefonates entgegen. (Nein, Herr Kollege, das Lesen der Verarbeitungsanleitung bei Tag wäre in diesem Fall ein probates Mittel).

Das Thema, um das es sich bei diesem Gespräch handelte, war das Thema phosphatgebundene Einbettmasse. Einbettmasse, ob phosphat- oder gipsgebunden, ist ein entscheidender Bestandteil auf dem Weg zu einer gelungenen zahntechnischen Arbeit. Weshalb diesem Baustein so wenig Beachtung geschenkt wird, ist mir persönlich rätselhaft. An dieser Stelle sei noch gesagt, dass dem Kollegen geholfen werden konnte, und sich aus dem anfänglich „sehr spannenden“ Telefonat ein wirklich nettes Gespräch entwickelte. Fakt ist, dass Reproduzierbarkeit das wichtigste Moment ist, um mit Einbettmasse effizient zu arbeiten, und so auch dem Anspruch unseres QM-Systems nach kontinuierlicher Qualität gerecht zu werden.

Indizes: Bestandteile phosphatgebundener Einbettmassen, Expansionssteuerung, Qualitätsprüfung nach Norm durch den Hersteller

Der Weg zu reproduzierbaren Ergebnissen wird beim Thema Einbettmasse durch zahlreiche Faktoren erschwert. Diese sind:

- Objektgröße, Front- oder Seitenzahn, Inlay, Onlay
- Werkstoff, Wachs, Kunststoff oder beides
- welches Wachs
- Wachsentspannungsmittel
- Positionierung des Objektes in der Muffel
- Anzahl der Objekte in einer Muffel
- Anstiftverfahren, lang, kurz, direkt, Balken
- ringloses Gussverfahren oder Muffelring
- Größe der verwendeten Muffel
- Liquidkonzentration
- Menge der angemischten Einbettmasse, für Kollegen mit angerührt
- Dauer des Anmischvorganges
- Vakuum nach dem Anmischen der Masse, Dauer
- Vlies-Einlegestreifen, Vaseline oder Wasser, eine Lage oder mehrere
- Umgebungstemperatur
- Verarbeitungstemperatur von Liquid und Pulver
- Anmischbehälter neu oder alt, Lagerung trocken oder gewässert
- Drucktopf oder nicht Drucktopf

- Umdrehungszahl des Anmischgerätes
 - Rüttler
 - Messzylinder geeicht oder nicht, eventuell mehrere unterschiedliche
 - Vorwärmofen, von welcher Seite beheizt, Umluft, kalibriert
 - Vorwärmofen von zwei Seiten beheizt – wie werden die Muffeln positioniert
 - Vorwärmtemperatur und Vorwärmzeit der Muffel
 - Anzahl der Muffeln, die zur selben Zeit in den Vorwärmofen eingebracht werden
 - Schnelleguss – oder konventionelles Aufsetzen
 - bei Schnelleguss, nach welcher Abbindezeit wird die Muffel aufgesetzt
 - Gießgerät, Vakuum-Druckguss, Flamme, Induktion
 - Abkühlkontraktion des Werkstoffes
 - Pressofen, kalibriert
- ...um nur wenige davon zu nennen.

Hinzu kommt noch, dass phosphatgebundene Einbettmasse aus größtenteils natürlichen Rohstoffen hergestellt wird. Somit liegt es in der Natur der Dinge, dass unterschiedliche Chargen auch unterschiedliche Qualität und Eigenschaften aufweisen

können. Diese Chargenschwankungen entscheiden zu einem nicht unerheblichen Teil über Erfolg oder Misserfolg von zahntechnischen Arbeiten. Hier ist der Hersteller gefordert. Er muss durch die Feinjustierung seiner „Einbettmasserezeptur“ rohstoffbedingte Schwankungen ausgleichen. Hierzu die Bemerkung eines Produzenten: „Mischen und Produzieren – zwei Welten begegnen sich“.

Hauptbestandteile phosphatgebundener Einbettmasse

Aus welchen Hauptbestandteilen phosphatgebundene Einbettmasse hergestellt wird, als auch die „Hauptaufgabe“ dieser Bestandteile innerhalb des Gebindes, zeigt folgende Auflistung:

Pulver

1. Quarz, liegt in unterschiedlicher Körnung innerhalb des Gebindes vor. Zuständig für die thermische Expansion der Einbettmasse (zusammen mit Christobalit).

2. Christobalit, ein Quarz, das durch einen endothermen Vorgang in Christobalit umgewandelt wurde. Christobalit liegt innerhalb des Gebindes in unterschiedlichen Umwandlungsgraden und Korngrößen vor. Zuständig für die Steuerung der thermischen Expansion.

3. Magnesiumoxid, dient unter anderem als Bindemittel und ist auch für die Steuerung der Verarbeitungszeit zuständig.

4. Phosphat, in diesem Fall Ammoniumphosphat, dient als Bindemittel. Zuständig für die „Verflüssigung“ von Quarz und Christobalit. Durch die Lösung des Phosphates während des Anmischvorganges gleiten Quarz- und Christobalitkristalle auf dem Phosphatfilm. Dieser Vorgang ist sehr eindrucksvoll mit bloßem Auge zu beobachten. Beim Anspateln der Masse von Hand ist die Viskosität anfangs weit höher als nach einer längeren Rührzeit, zum Beispiel im Vakuumanmischergerät.

Phosphat und Magnesiumoxid werden weitläufig als „Bindersystem“ phosphatgebundener Einbettmassen bezeichnet (bei gipsgebundenen Einbettmassen wird der Gips als Binder bezeichnet).

Liquid

1. Destilliertes Wasser, dient der „Verdünnung“ der Kieselolkonzentrate.

2. Kieselol. Die Konzentration des Kieselols im Expansionsliquid steuert die Abbindeexpansion der Einbettmasse.

Das Expansionsliquid vieler Einbettmassen reagiert mit höherer Viskosität auf Frost. Natürlich werden auch „frostresistente“ Liquids angeboten, denen meist Ethylenglykol zugesetzt wird. Inwieweit jener Zusatz für die Oberfläche der in Wachs modellierten Objekte geeignet ist, ist meines Erachtens nach fraglich. Auch spielt die Konzentration der zum

Kauf angebotenen Liquids eine große Rolle. Hier gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Konzentrationen. Je höher die Konzentration, desto größer ist die Gefahr, dass Poren der Einbettmasse „verkleben“.

Wie können also, trotz der „Qualitätsschwankungen“, denen die natürlichen Bestandteile von Einbettmassen unterliegen, annähernd gleiche physikalische Werte unterschiedlicher Chargen gewährleistet werden? Hier muss sich der Hersteller phosphatgebundener Einbettmassen nach der „DIN EN ISO 9694“ für „Phosphatgebundene Einbettmassen in der Zahnheilkunde“ richten. Jetzt, so sollte man meinen, wird alles gut. Der zahntechnische Traum von identischer Qualität aller Chargen und besserer Vergleichbarkeit unterschiedlicher Einbettmassen miteinander lebt wieder auf. Doch vergeblich suchen wir Zahntechniker in dieser Norm nach Angaben, die bei der täglichen Arbeit wertvoll sein könnten. Auch wird deutlich, weswegen der Wunsch nach besserer Vergleichbarkeit unterschiedlicher Einbettmassen/Hersteller bis auf weiteres Fiktion bleiben muss.

Qualitätsprüfung nach Norm durch den Hersteller

Von Seiten des Herstellers wird die Einbettmasse nach Anforderung der DIN Norm auf folgende Kriterien geprüft:

1. Qualität: Hierbei wird in einer Sichtprüfung ermittelt, ob das Pulver „von einheitlicher Qualität sowie frei von Fremdkörpern und Klumpen“ ist. Das Liquid muss „frei von Sedimenten sein“.

2. Fließfähigkeit: Angemischte, flüssige Einbettmasse wird in eine Art Muffelring gefüllt, der auf einer Glasplatte steht. Der Ring wird nach definierter Zeit mit definierter Geschwindigkeit abgezogen. Die Einbettmasse zerläuft, härtet aus und der Durchmesser des „Einbettmassefladens“ wird gemessen. Dieser Durchmesser darf für Einbettmassen vom Typ 1 nicht kleiner als 90 mm sein. Typ 1: Einbettmassen für „Inlays, Kronen und anderen nicht herausnehmbaren Zahnersatz“ (Abb. 1).

3. Erstarrungsbeginn: Dieser Test wird mit einer Vicatnadel durchgeführt. Die Nadel mit einem definierten Gewicht sinkt in Zeitabständen von 15 Sekunden in eine Einbettmasseprobe ein, wobei die Probe jedes Mal um 5 mm verschoben wird. „Als Erstarrungsbeginn wird die Zeit angegeben“ ... „bei der die Probe zum ersten Mal mindestens 5 mm über dem Boden der Form stecken bleibt“ (Abb. 2).

4. Druckfestigkeit: In eine Form wird Einbettmasse gefüllt. Die daraus entstehenden, zylindrischen Testkörper werden in einem Druckprüfgerät mit definiertem Druck in axialer Richtung belastet. Der Druck, bei dem die Prüfkörper zerbrechen, gibt die Druckfestigkeit an.

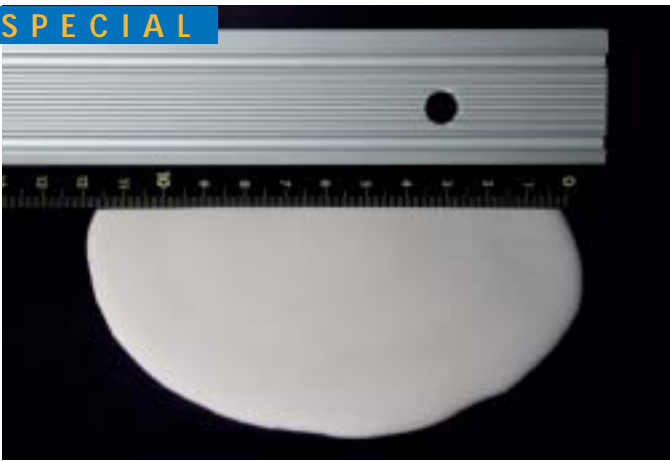


Abb. 1 Messen der Fließfähigkeit von Einbettmasse Typ1

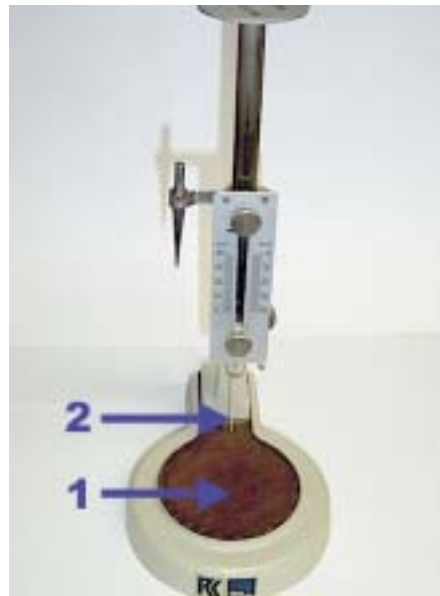


Abb. 2
Vicatnadel:
1. Einbettmasse-
probe wird plat-
ziert, 2. Nadel
zum Messen des
Erstarrungsbeginns
der Einbettmasse

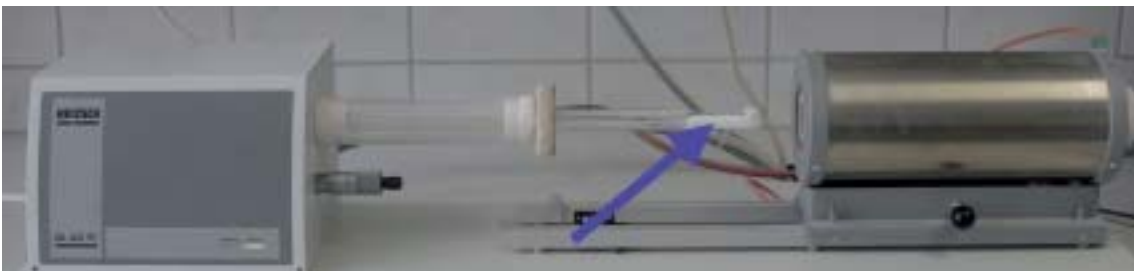


Abb. 3
Quarzglas-
Dilatometer zum
Bestimmen der
thermischen
Expansion. Der
Pfeil zeigt die
Position des
Prüfkörpers.

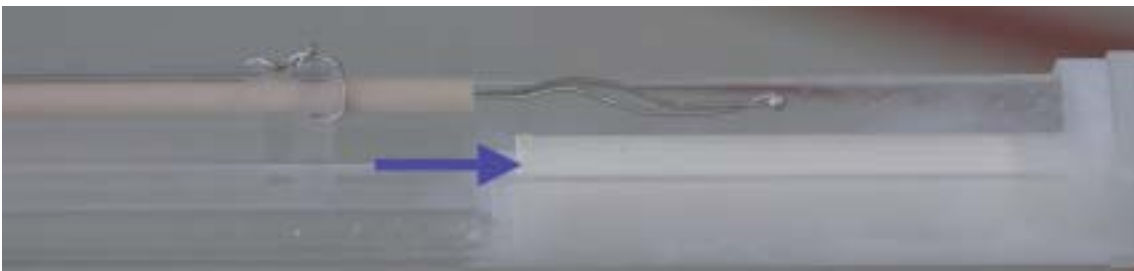


Abb. 4
Prüfkörper zum
Bestimmen der
thermischen
Expansion

5. Lineare thermische Expansion: Wird gemessen in einem Quarzglas-Dilatometer (Abb. 3). Der walzenförmige Prüfkörper (Abb. 4) wird in diesem Gerät mit 5° C /min auf 950° C aufgeheizt. Seine Längenausdehnung während dieses Vorganges wird durch die Aufzeichnung eines Kurvenverlaufes dargestellt. Die thermische Expansion wird in Prozent, bezogen auf die Anfangslänge des Prüfkörpers, angegeben.



Abb. 5
Extensiomter zum
Messen der Ab-
bindeexpansion.
Pfeil 1: Hier wird
die flüssige Einbett-
masse eingefüllt
Pfeil 2: Skala zum
Ablesen der
Längenausdehnung
des Prüfkörpers

Von der DIN EN ISO 9694 wird kein Test zum Ermitteln der Abbindeexpansion gefordert. (Vor einigen Jahren wurde von der Industrie ein Round-Robin-Test zum Messen der Abbindeexpansion in Auftrag gegeben. Hierbei erhielten alle „Probanden“ Einbettmasse einer Charge von einem Hersteller. Unter definierten Bedingungen wurde von den Teilnehmern die Abbindeexpansion bestimmt. Der Vergleich der Messergebnisse zeigte Abweichungen von bis zu 400 Prozent. Vielleicht wurde dadurch klar, dass auch das standardisierte Messen der Abbindeexpansion ein so sensibles Unterfangen ist, dass dieser Vorgang nicht von der DIN EN ISO 9694 gefordert wird). Doch wird die Abbindeexpansion vom Hersteller zusätzlich bestimmt.

6. Abbindeexpansion: In einem Extensiomter (Abb. 5) wird die Längenausdehnung der eingefüllten Einbettmasse über einen Zeitraum von 120 Minuten gemessen.

Über den Sinn oder Unsinn dieser von der Norm geforderten Prüfungen lässt sich diskutieren. Wenigstens garantieren diese Prüfungen durch den Hersteller annähernd gleiche physikalische Eigenschaften eines Produktes. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die physikalischen Eigenschaften unterschiedlicher Chargen eines Herstellers nahezu identisch sind.

Meine Ansicht

Das Messen der Druckfestigkeit von Einbettmassen, die nicht vorgewärmt wurden (Gründruckfestigkeit), ist für uns Zahntechniker irrelevant, es sei denn, die Muffel widersteht der Gravitation auf dem Weg zum Vorwärmofen nicht. Bei dem weiteren Test eines Einbettmasseherstellers zum Thema Druckfestigkeit konnte festgestellt werden, dass die Gründruckfestigkeit eines nach Norm gemessenen Prüfkörpers zwischen 5 und 6 N liegt. Verbleibt ein identischer Prüfkörper 60 Minuten bei 900° C im Vorwärmofen, so wird ein Wert (calcinierte Druckfestigkeit) zwischen 12 und 17 N erreicht. Dieser Wert ist für uns Zahntechniker aussagekräftiger.

Auch das Messen der Abbindeexpansion und die daraus resultierenden Angaben sind von fragwürdiger Bedeutung. Denn der Verlauf der Expansion im Extensiometer ist nicht vergleichbar mit dem Expansionsverlauf in einer Muffel. Auch können die Messungen durch einen mechanischen Reibungsverlust des Messgerätes beeinträchtigt werden. Zum anderen richtet sich die Abbindeexpansion nach der Menge der angemischten Masse, der Umgebungstemperatur, der Verarbeitungstemperatur von Pulver und Liquid, Rührgeschwindigkeit des Anmischgerätes, Anmischdauer, Liquidkonzentration und, und, und... Nachdem für diesen Test in der DIN EN ISO 9694 keine verbindlichen Vorgaben zur Durchführung vorhanden sind, sind die dadurch ermittelten physikalischen Daten unterschiedlicher Hersteller nicht miteinander zu vergleichen.

Spätestens nach dem Betrachten der ermittelten physikalischen Daten unterschiedlicher Hersteller wird klar, dass wir Zahntechniker nur verschwindend geringe Chancen haben, zwei unterschiedliche Produkte miteinander zu vergleichen. Hersteller X gibt die physikalischen Eigenschaften mit dem Vermerk „bei 100% Liquidkonzentration gemessen“ an, während Hersteller Y die physikalischen Eigenschaften seiner Einbettmasse mit dem Zusatz „bei 80% Liquidkonzentration“ versieht. Auch Herstellerangaben wie: „Abbinde- und thermische Expansion < 1,0% bei Liquidkonzentration von 75%“ werfen Fragen auf. Gelten diese Angaben für die Abbinde- und thermische Expansion separat, oder ist damit eine Gesamtexpansion gemeint? Und vor allem wann? Nach 120 Minuten Abbindezeit (bezogen auf die Abbindeexpansion)? Oder wird dieser Wert nach zirka 20 Minuten erreicht und ist relevant für den Schnellguss?

Auf weitere, potentiell sehr interessante, Herstellerangaben, wie zum Beispiel die Abkühlkontraktion von Einbettmassen, möchte ich gar nicht näher eingehen. Von sehnsüchtigen Wünschen nach besserer Vergleichbarkeit physikalischer Daten unterschiedlicher Hersteller nun zur Praxis.

Reproduzierbar arbeiten

Wie erreichen wir Zahntechniker also das Ziel, reproduzierbar zu arbeiten? Selbstverständlich entscheidet das fundierte Wissen jedes Zahntechnikers um die Funktion von Einbettmasse darüber, wie erfolgreich mit dem Produkt gearbeitet werden kann. Auch das Wissen um den Einfluss unzähliger Parameter, mit denen die Expansion gesteuert wird, ist unabdingbar.

Über allem steht der Anspruch des Zahntechnikers an die Passung seiner Objekte. Hier gibt es erfahrungsgemäß pro Zahntechniker mindestens eine Meinung. Kollege X mag es, wenn das Käppchen „ein wenig am Stumpf klemmt“, während Kollege Y lieber Käppchen hat, die nicht „klemmen“. Somit wird ein und dasselbe Guss- oder Pressergebnis als passend oder nicht passend empfunden. Dieses Phänomen trägt für mich den Namen: Das „subjektive zahntechnische Moment“. Grundsätzlich empfiehlt es sich gerade bei einer „neuen“ Einbettmasse nach dem Lesen der kompletten Verarbeitungsanleitung einen Testguss und/oder eine Pressung vorzunehmen. Dadurch ergibt sich die Gewissheit, dass die angegebenen Anmischwerte auch unter den jeweiligen Laborbedingungen Erfolg versprechen.

Expansionssteuerung

Einige wenige Faktoren durch die wir Zahntechniker die Expansion phosphatgebundener Einbettmassen steuern können:

- Liquidkonzentration: Je mehr Expansionsliquid, desto „größer“ die Objekte.
- Verarbeitungstemperatur von Pulver und Flüssigkeit. Hierbei gilt: Je höher die Temperatur, umso schneller der Abbindevorgang, desto schneller beginnt die Abbindeexpansion. Bedeutung für den Schnellguss: Objekte die bei einer Verarbeitungstemperatur von 19° C subjektiv zahntechnisch für passend empfunden wurden, können bei einer Verarbeitungstemperatur von sommerlichen 27° C (nach der gleichen Abbindezeit bis zum Einbringen in den Vorwärmofen) subjektiv zahntechnisch zu groß sein.
- Muffelgröße: Je nach Größe der ausgewählten Muffel wird unterschiedlich viel Einbettmasse benötigt. Das bedeutet für die angemischte Menge bei einer 1er Muffel eine weniger heftige, exotherme Reaktion beim Abbinden der Masse. Bedeutung für den Schnellguss: Die Abbindeexpansion setzt später ein als bei einer größeren Menge angemischter Masse, zum Beispiel für eine 3er Muffel. Dadurch entsteht (nach der gleichen Abbindezeit bis zum Einbringen in den Vorwärmofen) ein subjektiv zahntechnisch kleineres Objekt als in einer 3er Muffel.
- Anmischbecher: Ein trocken gelagerter, älterer Anmischbehälter kann durch seine zerkratzte Oberfläche 2 bis 3 ml Anmischflüssigkeit aufnehmen.

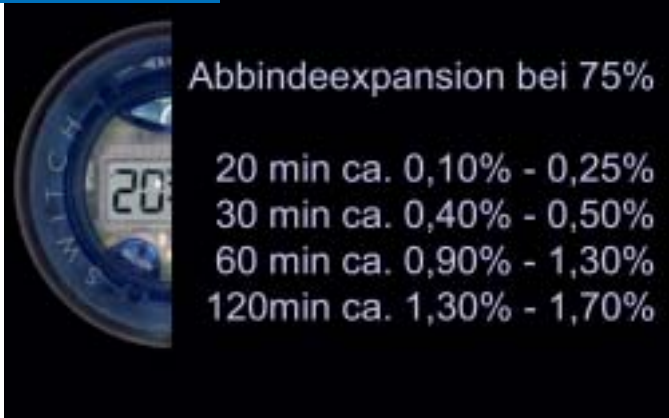


Abb. 6
Abbindeexpansion einer
Einbettmasse bei 75%
Liquidkonzentration



Abb. 7
All diese Arbeits-
geräte und Hilfs-
mittel haben
sowohl Einfluss auf
die Passung unser-
er zahntechni-
schen Arbeiten als
auch auf die Ex-
pansionssteuerung
von Einbettmassen.

❑ Messzylinder: Zu vielen Produkten werden Messzylinder mitgeliefert. Manche dieser Geschenke entpuppen sich als nicht gerade wahrheitsgetreu in den ml-Angaben. Hier können aus 20 ml auch reelle 18 ml Flüssigkeit werden. Einige Firmen bieten geeichte Messzylinder zum Kauf an.

❑ Vakuumanmischgerät: Vakuumanmischgeräte sollten grundsätzlich Vakuum ziehen und, je nach Hersteller, in regelmäßigen Abständen auf diese Leistung hin überprüft werden. (Rauhe Oberflächen an Objekten können unter anderem ein Indiz für zu wenig Vakuum sein.)

❑ Umdrehungszahl bei Vakuumanmischgeräten: Bei einigen Geräten lässt sich die Umdrehungszahl pro Minute einstellen. Andere haben ab Werk eine festgelegte Umdrehungszahl. So stehen je nach Gerät zwischen 100 und 600U/min zur Verfügung. Auch hier ist zu beachten: Je mehr U/min ein Gerät leistet, umso mehr Energie nimmt die Einbettmasse auf, desto schneller beginnt der Abbindevorgang und die Abbindeexpansion. Bedeutung für den Schnellguss: Tendenziell kleinere Objekte bei weniger U/min (nach der gleichen Abbindezeit bis zum Einbringen in den Vorwärmofen) als bei Geräten mit höherer Umdrehungszahl.

❑ Dauer des Anmischvorganges: Je länger der Anmischvorgang dauert, desto mehr Energie wird von der Einbettmasse aufgenommen. Bedeutung für den Schnellguss: Tendenziell kleinere Objekte bei kürzerer Anmischdauer (nach der gleichen Abbindezeit bis zum Einbringen in den Vorwärmofen) als bei längerer Anmischdauer.

❑ Abbindezeit bei Schnellguss: Einer der wohl wichtigsten Faktoren beim Schnellguss ist der Zeitpunkt, zu dem die Muffel in den Vorwärmofen eingestellt wird. Eine zehn Minuten längere Abbindezeit (hier anstelle von 20 Minuten 30 Minuten bei 75% Liquidkonzentration) kann zu einer Steigerung der Abbindeexpansion von bis zu 50% beitragen (Abb. 6).

Das alles sind nur verschwindend wenige Faktoren, die eine wichtige Rolle spielen auf dem Weg zu perfekten, reproduzierbaren Guss- und Pressergebnissen. All diese Faktoren (Abb. 7) muss jeder Zahntechniker selbst auf sein subjektives zahntechnisches Empfinden abstimmen.

Diese Aufgabe kann uns kein Einbettmassehersteller abnehmen, da nicht jedes Labor unter gleichen Bedingungen arbeitet. Dennoch wäre es wünschenswert, detaillierte Verarbeitungsanleitungen zu den Produkten zu erhalten, um schneller zu einem perfekten Ergebnis zu kommen.

Tipp

Ob nun eine Verarbeitungstemperatur von 27° C bevorzugt wird, oder ein trockener Anmischbecher, die Flüssigkeit in Muttis Haushaltsmessbecher abgemessen wird, oder im geeichten Messzylinder – wichtig ist: Egal wie Sie etwas tun, tun Sie es immer gleich, und Sie können reproduzierbar arbeiten. Sollte doch einmal eine „Kursänderung“ nötig sein, verändern Sie immer nur einen Arbeitsschritt, um den Überblick zu behalten.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt der Firma BK Giulini GmbH, die mir einen Einblick ins Reich der DIN- Prüfungen ermöglicht und mir die hier aufgeführten physikalischen Daten zur Verfügung gestellt hat. Im besonderen *Herrn Bartenbach* für die fachliche und moralische Unterstützung, seine wertschätzende, nette Art und zahlreiche interessante Telefonate. □

Literatur

[1] Literatur DIN EN ISO 9694:1998

Zur Person

Julia Polz absolvierte ihre Ausbildung zur Zahntechnikerin von 1993 bis 1997 in Nürnberg. 1998 war sie im zahntechnischen Laboratorium Stefan Schunke/Fürth tätig. Dort konnte sie ihr Wissen durch eine Vielzahl an Fortbildungen bei bekannten Lehrern wie zum Beispiel Stephan Schunke, Michael H. Polz, Michael Polz und anderen erweitern und vertiefen.



Durch ihr reges Interesse an zahntechnischen Materialien, insbesondere Keramik, verlegte sie ihr Betätigungsfeld in die Industrie. So war sie von 1999 bis 2001 technische Beraterin bei Wegold Edelmetalle AG.

Da ihr Interesse nicht nur den Zähnen, sondern auch den Menschen gilt, absolvierte sie mehrere Trainings in den Bereichen persönliche und unternehmerische Weiterbildung, Präsentation und Moderation und vielem anderem.

Seit 2002 ist sie Inhaberin des Zahntechnischen Laboratoriums Polz/Erlangen, seit 2002 mit dem Tätigkeitsschwerpunkt „festsetzender Zahnersatz“. Seit 2003 ist sie als Kurs- und Vortragsreferentin zu den Themen „Modellherstellung“, „histologische Keramikschichtung“ und „phosphatgebundene Einbettmasse“ im In- und Ausland tätig.

Ihr Motto: „Geht nicht, gibt's nicht“.

Kontaktadresse

Zahntechnisches Laboratorium Polz GmbH • Julia Polz
Waldmüllerstraße 12 • 91056 Erlangen/Deutschland
Fon +49 9131 482230 • Fax +49 9131 482231
info@polz-europe.com • www.polz-europe.com

1/2
primotec