

Erfolgsfaktoren für den perfekten Keramikbrand

Indizes

Metallkeramik, Verblendkeramik, Keramikbrand, Brenngradtest

Viele Arbeitsschritte wickeln wir im Laufe der Zeit gewohnheitsmäßig und unbewusst ab. Wir entwickeln Routinen, die uns im Alltag den Kopf freihalten, damit wir nicht jeden Handgriff überlegen müssen. Solange die Ergebnisse passen, haben wir keinen Grund, etwas zu ändern. Bei Misserfolgen sollten wir jedoch unsere Prozesse hinterfragen und prüfen, welche Ursachen dafür verantwortlich sind.

Dieser Beitrag soll Zahntechniker, die sich mit der Herstellung keramisch verblendeter Restaurationen befassen, dabei unterstützen, wichtige Parameter beim Brennen von Keramik einzuschätzen und zu beherrschen. Ausgehend vom Brennprozess versucht er die Einzelschritte und Erfolgsfaktoren bewusst zu machen, die Einfluss auf das Gelingen einer keramischen Restauration haben, und bietet Prüfkriterien für das eigene Vorgehen an¹.

Der Brennprozess – was passiert eigentlich im Ofen?

Verkürzt und mithilfe eines Erhitzungsmikroskops dargestellt, vollzieht sich der Brennprozess in vier Schritten (Abb. 1):

1. Der zunächst zylindrische Probekörper aus Verblendkeramik (Punkt A) beginnt ab einer – je nach Keramik unterschiedlichen – Temperatur zu schwinden.
2. Der eigentliche Sinterungsprozess beginnt (Punkt B). Mit steigender Temperatur runden sich die eckigen, scharfkantigen Ausgangskonturen des Schattenbildes immer weiter ab.
3. Es bilden sich schließlich Brücken zu benachbarten Körnern des Pulvers aus, die Körner der Keramik „backen“ enger zusammen. Bei dieser Vorstufe zum völligen Aufschmelzen schwindet das Volumen der Keramik um ca. 10 % bis 12 % (Punkt C).
4. Mit ansteigender Temperatur verfließen die Konturen zunehmend, der Sinterprozess geht langsam in einen Schmelzprozess über, bis das

¹ Ausführlich nachzulesen in: Michael J. Tholey, Norbert Thiel: Das Brennen von dentaler Verblendkeramik. Quintessenz Zahntech 2009;35(8):1018-1029.

Schattenbild des Probekörpers eine Halbkugelform (Punkt D) annimmt, der Schmelzpunkt wird erreicht.

Die vorgeschriebene maximale Brenntemperatur liegt jedoch deutlich unter diesem Schmelzpunkt. Folglich enthält die fertig gebrannte Dentinmasse auch nicht vollständig aufgeschmolzene Anteile. Transparenz und Farbintensität hängen vom Anteil der im Gefüge vorliegenden Glasphase ab. Beides wird mit zunehmendem Glasphasenanteil intensiver.

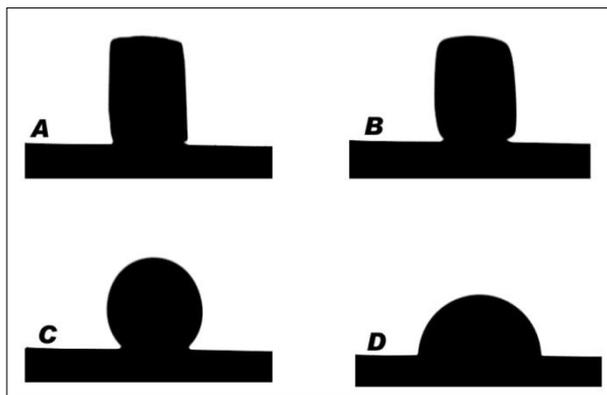


Abb. 1 Erhitzungsmikroskopbilder zur Bestimmung des temperaturabhängigen Verformungsverhaltens über die einzelnen Sinterschritte von Verblendkeramiken: (A) Ausgangsform des zylindrischen Probekörpers aus Verblendkeramik; (B) Der Sinterungsprozess beginnt, scharfkantige Ausgangskonturen werden rund; (C) Die Konturen verfließen zunehmend; (D) Der Sinterprozess geht langsam in einen Schmelzprozess über, bis das Schattenbild des Probekörpers eine Halbkugelform annimmt.

Unser Auge nimmt nur die Transparenz und Farbintensität wahr. Diese Unterschiede werden oft nur auf die Endbrenntemperatur zurückgeführt. Jedoch wirken sich andere Faktoren auf die Keramik aus. Der Brenngrad einer Dentalkeramik hängt neben dieser Brenntemperatur zusätzlich von Größen ab, die im Folgenden beschrieben werden.

Vortrockenzeit exakt einhalten

Eilige Termine sind im Dentallabor keine Seltenheit. Wer jedoch über die Verkürzung der Vortrocknungszeit Zeit sparen will, nimmt zwingend Nachteile für das Endergebnis in Kauf, denn dies beeinflusst das Resultat der Keramik deutlich (Abb. 2). Der Grund liegt darin, dass die Oberfläche der Keramik bereits aufgeschmolzen ist und Flüssigkeit und Luft im Innern nicht mehr entweichen

kann. Dadurch bleiben Luftbläschen und auch Reste der Modellierflüssigkeit in der Masse eingeschlossen. Durch längeres Vortrocknen ist dieses Phänomen sehr einfach lösbar.

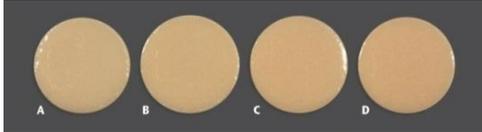


Abb. 2 Deutliche Farbunterschiede durch unterschiedliche Vortrockenzeiten mit der gleichen Keramikmasse: A: ohne Vortrocknen, B: 2 Min., C: 4 Min., D: 6 Min.

Die richtige Liftposition

Bekommt die Restauration während des Vortrocknens nicht ausreichend Wärme ab, um die zwischen den Pulverkörnern vorliegende Luft und die Modellierflüssigkeit entweichen zu lassen, kommt die Keramik zu feucht in den Aufheizprozess der Brennkammer. Kleinste Luftbläschen und Reste von Modellierflüssigkeit verbleiben in der Keramik. Aufgrund der erhöhten Lichtbrechung an den Luftbläschen kann dies zu einer Trübung der Verblendung führen (Abb. 3). Daher ist es wichtig, die vorgegebenen Liftpositionen genau einzuhalten.

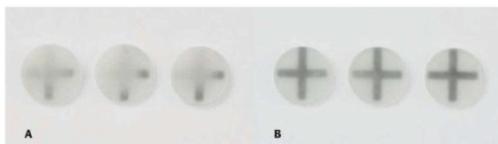


Abb. 3 Einfluss auf Transparenz und Farbwirkung bei einer nicht vollständig durchgebrannten glasklaren Masse durch unterschiedliche Liftpositionen (A: Ofen zu 25 % geschlossen, B: Ofen zu 75 % geschlossen)

Aufheizzeit und Brenntemperatur

Der Brenngrad ist von der Temperatur und der Aufheizzeit abhängig. Bei langsamem Aufheizen wird die in der Keramik vorliegende Luft besser abgegeben. Bei einem zu schnellen Aufheizen kann die zwischen den Körnern vorliegende Luft schlechter entweichen, die Keramik wird trüb (Abb. 4).



Abb. 4 Keramikproben (Window Masse) mit unterschiedlichem Brenngrad in Abhängigkeit von Aufheizzeit (x-Achse) und Temperatur (y-Achse)

Die optimale Haltezeit

Die optimale Haltedauer liegt je nach Keramikmasse zwischen einer und zwei Minuten; danach kann die Keramik zu stark versintern und sogar trotz relativ niedriger Temperatur aufschmelzen (Abb. 5). Perfekt gebrannt ist eine Restauration, wenn Kanten erkennbar sind und ein leichter Glanz vorliegt. Ist die Keramik überbrannt, sind die Kanten deutlich abgerundet. Der Überschuss an Glasphase beeinflusst auch einige physikalische Eigenschaften negativ.

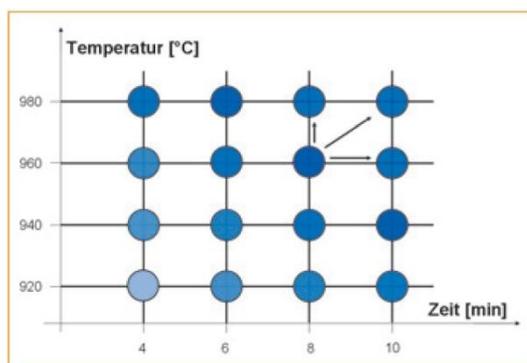


Abb. 5 Schematische Darstellung der gebrannten Brennplättchen

Keramik langsam abkühlen lassen

Die Abkühlzeit wirkt sich auf den thermischen Ausdehnungskoeffizienten (WAK) sowie in der Keramik zurückbleibende thermische Spannungen aus. An Proben einer schnell abgekühlten Dentalkeramik wird ein leicht niedrigerer WAK gemessen als bei einer langsam abgekühlten. Langsames Abkühlen nach dem Brand baut starke thermische Spannungen innerhalb der Verblendkeramik ab.

Trübe Aussichten ohne Vakuum

Auch bei ansonsten gleichen Brennparametern sind ohne Vakuum gebrannte Keramikverblendungen erheblich weniger transparent als unter Vakuum gebrannte (Abb. 6). Ohne Vakuum bleibt die Keramik milchig trüb, denn die Luft wird nicht aus dem Gefüge herausgezogen, wie es unter Vakuum geschieht. Der Grund für die Trübung ist der gleiche wie weiter oben beschrieben.

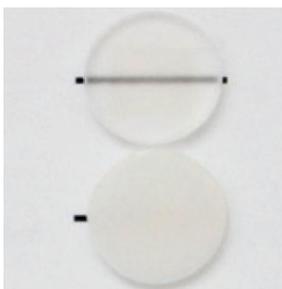


Abb. 6 Einfluss des Vakuums auf die Restauration; oben mit, unten ohne Vakuum.

Additive in der Modellierflüssigkeit

Alle modernen Modellierflüssigkeiten enthalten Additive, die die Modelliereigenschaften verbessern, die aber bei zu kurzem Vortrocknen oder zu schnellem Aufheizen und zu niedriger Endtemperatur Farbe und Transparenz der Keramik stark verändern können (Abb. 7). Es ist daher wichtig, dass die Flüssigkeit komplett entweichen kann. So kann sich auch die Vortrocknenzeit bei einem Wechseln der Modellierflüssigkeiten ändern.

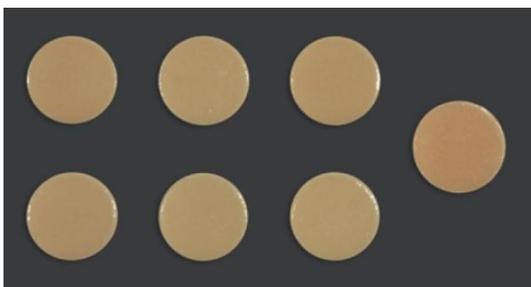


Abb. 7 Einfluss von unterschiedlichen Modellierflüssigkeiten.

Das Gerüst – verkleinerte Zahnform für eine definierte Schichtstärke

Der Einfluss des Gerüsts auf eine langlebige und farbechte keramische Versorgung wird vielfach unterschätzt. Nur die keramikunterstützende Gestaltung des Kronen- oder Brückengerüsts als verkleinerte Form der endgültigen Restauration sichert eine gleichmäßige Schichtstärke der Keramik von maximal 1,5 – 2 mm

Auch spielen Größe, Ausmaße und die Art des Gerüstmaterials eine Rolle für ein gutes Brennergebnis. So benötigt ein größeres, z. B. fünfgliedriges Gerüst längere Zeit als eine Einzelzahnkrone, um die gleiche Durchwärmung zu erzielen. Hier empfiehlt es sich die Steigrate beim Aufheizen etwas zu verlängern.

Brenngradtest gibt Sicherheit

Ein Phänomen beschäftigt Anwender immer wieder: Trotz identischer Brennparameter weichen die Brennergebnisse farblich voneinander ab. Bei Öfen ungleichen Typs könnte die Ursache in Konstruktionsunterschieden liegen. Bei Öfen gleicher Bauart können z. B. Brennelemente unterschiedlichen Alters oder unterschiedlicher Produktions-Chargen Gründe sein.

Beobachtungen wie diesen kommt der Anwender am effektivsten mit einem Brenngradtest auf die Spur^{2,3}. Er hilft dem Zahntechniker, den optimalen Brenngrad in jedem seiner Öfen selbst zu ermitteln. Eine Beurteilung lediglich über den Oberflächenglanz reicht nicht aus, da sie nichts über den Brenngrad im Innern der Keramik aussagt. Die hier beschriebene Testform ist einfach und kann in jedem zahntechnischen Labor leicht nachgestellt werden.

Schritt 1: Reinigungsbrand nach Angaben des Ofenherstellers zur Reduzierung der Kontamination durch unterschiedliche Legierungskomponenten und unerwünschte Verunreinigungseffekte an der verblendeten Restauration.

² Claus H. Dentalkeramische Massen vor, während und nach dem Brennprozess. ZWR 1985;94:612-616.

³ Claus H. Ein einfacher Test zur Prüfung des Brenngrades der Dentalkeramik. Dent Lab 1997;45:245-248.

Schritt 2: Auf einer Krone wird etwas transparente oder glasklare Masse aufgetragen. Zur Beurteilung von Abrundungen sollten auch Kanten modelliert sein.

Temperatur und Aufheizrate des Ofens sind in Ordnung, wenn die Brennprobe transparent, glänzend und mit scharfen Kanten aus dem Ofen kommt. Bei zu hoher Endtemperatur glänzt die Probe „speckig“ glänzend, die Kanten sind abgerundet (Abb. 8).



Abb. 8 Vergleich einer falsch gebrannten (li.) (unterbrannt, schlechtes Vakuum) und einer perfekt gebrannten Krone (re.) mit Window-Masse der VITA VM 13.

Bei zu niedriger Endtemperatur bzw. zu schnellem Aufheizen ist die Probe milchig und trüb. Am besten nähert man sich dem perfekten Ergebnis in 5- bis 10-°C-Schritten. Für jeden Brand muss ein neuer Probenkörper modelliert und gebrannt werden, da einmal eingeschlossene Luft aus der Verblendkeramik nicht mehr herausgebrannt werden kann.

Fazit

Die Zusammenhänge beim Brennen dentalkeramischer Verblendungen und der Einfluss der verschiedenen Brennparameter auf das Brennergebnis sind komplex. Die Qualität der Brennresultate kann durch Veränderungen der beschriebenen Einflussgrößen beeinflusst werden, vorausgesetzt, der Anwender geht systematisch und zielgerichtet vor, um die Stellgrößen zu identifizieren und zu steuern. Weicht das Brennergebnis trotz befolgter Verarbeitungsanleitung von Ofen- und Keramikhersteller vom erwarteten ab, ist ein Brenngradtest der richtige Einstieg, um die Ursachen herauszufinden.

Erstpublikation ZTM 18, 5, 260-263 (2014), Spitta Verlag GmbH & Co. KG,
Balingen, Deutschland.

Autor

Dr. Michael J. Tholey

VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG

Spitalgasse 3, 79713 Bad Säckingen