

Temperaturkalibration

Neue Möglichkeiten im Bereich der Temperaturkalibration mittels dem Automatischen Temperaturkontrollset 2 (ATK 2) beim Programat P500

Autor:

Dipl.-Ing. (FH) Rudolf Jussel

Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Geräteentwicklung

Ivoclar Vivadent AG, Bendererstrasse 2, 9494 Schaan/Liechtenstein

In dentalen Brennöfen zur Herstellung von metallkeramischen und vollkeramischen Restaurationen in der Zahnheilkunde wird nach heutigem Stand der Materialentwicklung in einem Temperaturbereich von 600 °C bis 1000 °C gearbeitet. Der Trend geht jedoch vermehrt in Richtung niedrig schmelzender Materialien.

Die Herausforderung bestand darin, eine dentale Brennkammer nun auch in diesem Bereich mit hoher Genauigkeit zu kalibrieren. Zu diesem Zweck wurde ein Kalibrierhilfsmittel analog der allseits bekannten Silberprobe für den Programat P500 entwickelt. Diese basiert auf der Verwendung von hochreinem Aluminium.



Abb: Programat P500

1. Einleitung

Wie allgemein bekannt, besteht die Notwendigkeit, dentale Brennkammern in regelmässigen Abständen zu kalibrieren. Die Notwendigkeit für eine Kalibration hat verschiedenste Ursachen, wie beispielsweise Ablagerungen in der Brennkammer oder chemische Angriffe von Substanzen, die aus den verarbeiteten Materialien austreten. Es gibt unterschiedlichste Möglichkeiten, eine dentale Brennkammer zu kalibrieren. Ziel ist jedoch immer die Möglichkeit die Kalibration

beim Anwender und vor Ort ausführen zu können. Dabei soll der Brennofen wieder auf seine ursprüngliche Temperatureinstellung hin korrigiert werden. Weiters soll die Kalibration einfach sein und eine entsprechende Präzision aufweisen.

Von einigen Geräteherstellern wird der Begriff Kalibration jedoch auch fälschlicherweise verwendet. Eine Kalibration ist nicht das bloße Verändern eines Temperaturoffsets oder eines Temperaturfaktors in einer Software. Nein, eine Kalibration bedeutet bzw. ist ein Vergleich eines genaueren Messsystems, wie zum Beispiel der exakte Schmelzpunkt von Silber von 961.8 °C, mit dem Messsystem des Ofens. Einer Kalibration folgt dann vielfach noch eine Justage auf Basis des Kalibrierergebnisses. Bei den nachfolgend beschriebenen Kalibrierverfahren der Ivoclar Vivadent AG handelt es sich immer um eine Kalibration inkl. einer Justage.

2. Vor- und Nachteile von unterschiedlichen Kalibrierverfahren

Es gibt unterschiedlichste Kalibrierverfahren. Im Hause Ivoclar Vivadent gilt die Silberprobe als bevorzugtes Kalibrier- und Justagehilfsmittel. Innerhalb der Forschung und Entwicklung aber auch der Produktion kommen sehr genaue Thermoelemente zum Einsatz. Der Anwender hat nebst der Silberprobe die Möglichkeit, die Temperatur auf Basis der Beurteilung des ästhetischen Ergebnisses zu korrigieren. Weitere Möglichkeiten bestehen z. B. in der Verwendung von Gold oder Prozess-Temperaturkontrollringen (PTCR). Die verfügbaren Kalibriermethoden sind sehr unterschiedlich betreffend Durchführung und Aufwand. Im Falle von manuellen Verfahren kann es zudem zu Missinterpretation von Kalibrierergebnissen durch den Anwender kommen. Bekanntermassen besitzt eine Kalibration bzw. Justage mit Silber (Ag) den Nachteil, dass dies einzig eine Kalibration in einem Punkt bei 961.8 °C darstellt. Dadurch ist lediglich die Temperaturanpassung in Form eines Temperaturoffsets oder -faktors möglich. Je weiter man sich von diesem Temperaturpunkt entfernt, desto grösser wird das Risiko, keine exakte Temperaturführung zu haben. Aufgrund des zunehmenden Trends zur Verarbeitung von niedrig schmelzenden Keramiken mit immer höheren Genauigkeitsanforderungen wurde daher versucht, eine Lösung analog jener der Silberkalibration – allerdings im Temperaturbereich der niedrig schmelzenden Keramiken (z. Zt. 750 °C) – zu finden.

3. Eigenschaften von Aluminium

Bei Durchsicht des Periodensystems findet sich als ein mögliches Metall lediglich Aluminium (Al), welches in sehr reiner Form erhältlich ist und einen sehr exakten Schmelzpunkt von 660.4 °C besitzt. Die Problematik von Al ist jedoch, dass im Schmelzpunkt Al anders als Silber formstabil bleibt. Ursache ist die entstehende bzw. vorhandene thermisch und chemisch beständige Oxidschicht.

Auf der Suche nach einer anderen Lösung wurde folgende Eigenschaft bzw. dieser physikalische Effekt von Al entdeckt. Von allen Metallen ist Aluminium jenes, welches genau im Schmelzpunkt plötzlich sein Volumen um 7 % vergrössert.

Wärmeausdehnung von Aluminium als Funktion der Temperatur

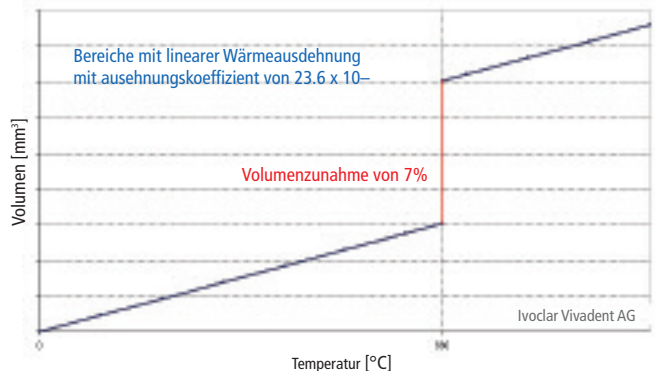
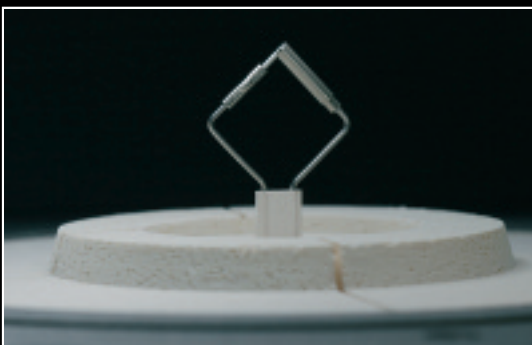


Abb. 1: Wärmeausdehnung von Aluminium als Funktion der Temperatur

4. Funktionsprinzip einer Kalibration mit Aluminium

Die mittlerweile patentierte Idee besteht darin, das Aluminium in einem metallischen Behältnis mit einer definierten Öffnung zu halten. Gegenüberliegend dieser Öffnung wird in einem definierten Abstand ein weiterer metallischer Gegenkontakt positioniert.



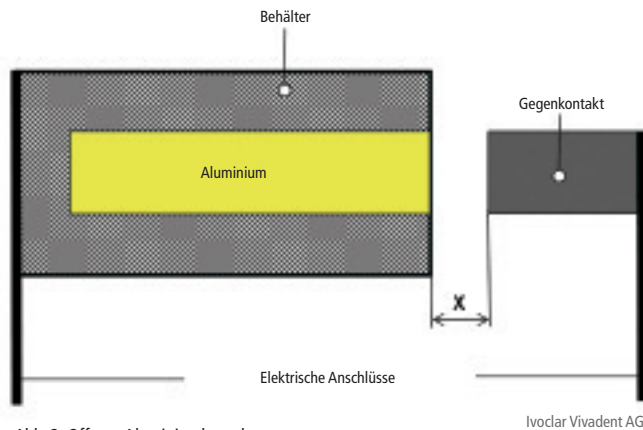


Abb. 2: Offener Aluminiumkontakt

Bei Erreichen der Schmelztemperatur von 660.4 °C kann die plötzliche Volumenzunahme des Al nur durch die vorgegebene Öffnung erfolgen. Dabei überbrückt das Al den Abstand zwischen dem Behälter und dem gegenüberliegenden Kontakt. Es entsteht eine metallische und elektrisch leitfähige Verbindung.

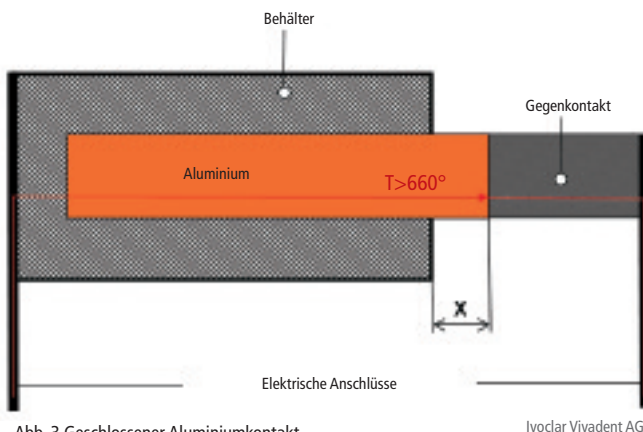


Abb. 3 Geschlossener Aluminiumkontakt

5. Das Prinzip der Doppelbereichskalibration

Durch dieses Verhalten, dass Aluminium zum Schliessen eines elektrischen Kontaktes verwendet werden kann, war es möglich, den Aluminiumkontakt nun in vorteilhafter Weise mit dem Silberkontakt zu kombinieren. Der Silberkontakt, wie dieser bereits im Automatischen Temperaturkontrollset 1 (ATK1) des EP600 verwendet wird, öffnet bei Erreichen der Schmelztemperatur einen elektrischen Kontakt. Was man durch diese Reihenschaltung der beiden Kontakte erhält, ist das, was wir heute die Doppelbereichskalibration nennen.

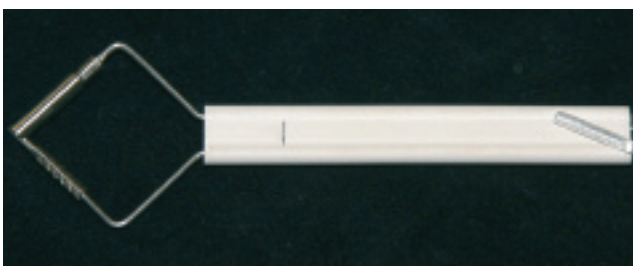


Abb. 4 ATK 2 Testprobe

In einem Kalibrationsdurchlauf kann gleichzeitig der Temperaturbereich um 660 °C und anschließend um 961 °C kalibriert werden. Durch diese beiden Kalibrierpunkte kann eine wahre Adaption der Temperaturkurve im gängigen Arbeitsbereich des Brennofens erfolgen. Abbildung 4 zeigt das ATK 2. In Abbildung 5 ist eine Röntgenaufnahme eines Al-Kontaktes zu sehen.

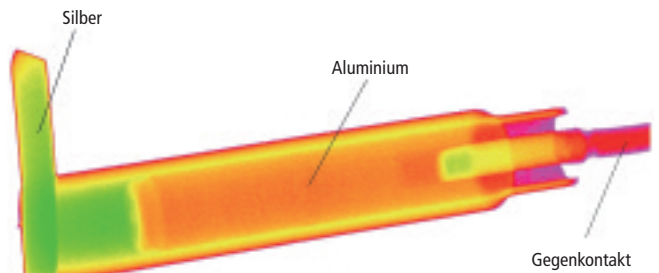


Abb. 5: Röntgenaufnahme eines Aluminiumkontaktes

6. Nachweis Präzision

Zur Prüfung der Präzision wurde ein P500 im Anschluss an eine Kalibration und Justage mit dem Automatischen Temperaturkontrollset 2 (ATK 2) nach Vorgaben der DIN 13905-1 „Qualitätssichernde Massnahmen zur Kalibrierung von dentalen Brennöfen – Teil 1: Dynamisches Messverfahren mit separatem Thermoelement“ ausgemessen. Nachfolgender Graph zeigt das sehr gute Ergebnis.

Temperaturführung eines Programat P500 (Seriennummer: S100) nach Kalibration mit dem ATK2, geprüft gemäss DIN 13905-1

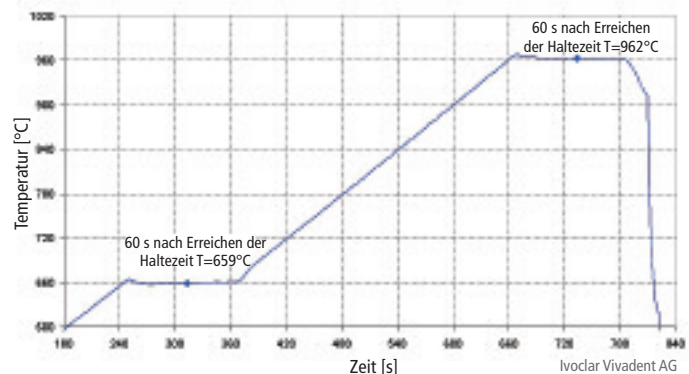


Abb. 5: Kontrollmessung nach einer Kalibration mit einem ATK 2

7. Vollautomatische Kalibration mit dem ATK 2

Die Kalibration eines Programat P500 mittels ATK 2 ist sehr einfach. Die Kalibriertprobe wird in den in der Bodenplatte befindlichen Schlitz eingesteckt. Nach Start des Kalibrierprogrammes ermittelt der Ofen vollautomatisch den Kalibriertwert für den Niedertemperatur- und den Hochtemperaturbereich. Die Kalibration dauert ca. 100 Minuten. Wir empfehlen daher, die Kalibration in den Randzeiten auszuführen. Optional raten wir zur Ausführung eines Reinigungsprogrammes vor der Kalibration. Das Durchführen eines Reinigungsprogrammes bedingt immer eine anschließende Kalibration und Justage.

8. Abschliessend

Durch die Nutzbarmachung des Aluminiums für die Kalibration ist es gelungen, die Temperaturführung eines Ofens über den gesamten Arbeitsbereich zu kalibrieren und zu justieren. Durch eine regelmässige Kalibration wird so gewährleistet, dass der Brennofen ein präzises Fundament für die tägliche Arbeit bildet, während sich der Anwender ganz auf seine Arbeit konzentrieren kann.

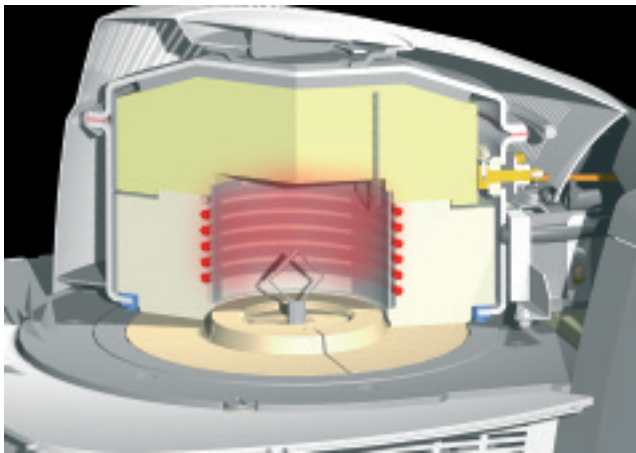


Abb.: Querschnitt Ofenkopf Programat P500

Literaturhinweise:

DIN 13905-1 «Qualitätssichernde Massnahmen zur Kalibrierung von dentalen Brennöfen – Teil 1: Dynamisches Messverfahren mit separatem Thermoelement»

DIN 13905-2 «Zahnheilkunde – Dentalkeramikofen – Teil 2: Anpassung des Brennprogrammes mittels Brenngradbestimmung»

GRÜNENFELDER R., JUSSEL R. (2003) *Tipps und Tricks – Fragen und Antworten zum Thema «Temperatur-Kalibration bei Keramikbrennöfen» im Dentalbereich.* (Ivoclar Vivadent AG – Update 2.2003)

Ivoclar Vivadent AG, Schaan LI,
Patentschrift DE 103 07 933 B3

Ivoclar Vivadent AG, Schaan LI,
Patentschrift DE 100 08 603 C2