

## Wissenschaftliche Information

### Thema: QTK Muffel-Technologie

**Titel:** Wissenschaftliche und gerätetechnische Aspekte zur neuen Heizmuffel-Technologie (QTK)

**Autor:** Dipl.-Ing. (FH) Rudolf Jussel, Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Geräteentwicklung Ivoclar Vivadent AG, Bendererstrasse 2, 9494 Schaan, Liechtenstein

### 1. Einleitung

An Heizelemente werden äusserst hohe Anforderungen gestellt. Neben einer sehr guten und homogenen Temperaturverteilung für eine optimale Sinterung der Dentalkeramik sollen die Heizelemente auch eine besonders lange Lebensdauer und eine zuverlässige Heizleistung über den gesamten Temperaturbereich besitzen. Für die neuen Programat Brennöfen P300 und P500 wurde deshalb ein neues und ausserordentlich leistungsfähiges Heizelement entwickelt, welches diesen Anforderungen gerecht wird.

### 2. Unterscheidung und Wirkungsweise von Heizelementen

Die Firma Ivoclar Vivadent AG setzt die in Abb. 1 gezeigten Heizelemente-Typen ein. Die Programate P95, P80, P100 und P200 haben aufgrund der fehlenden Quarzglasummantelung eine sehr direkte Heizwirkung. Zudem wird die Heizwicklung nicht gleichförmig belastet. Besser ist die Situation bei einem Programat PX1 Heizelement, in welchem der Heizdraht durch ein Quarzglasrohr geführt wird.

Ein QTK Heizelement, wie dies im Programat P300 und Programat P500 eingesetzt wird, hat vor dem Heizelement einen Quarzglaszylinder vorgesetzt. Die Masse dieses Quarzglaszylinders sorgt für zwei positive Effekte. Durch die vorhandene Filterwirkung des Quarzglases im Infrarotbereich wärmt sich der Quarzglaszylinder selbst auf. Die Temperatur wird anschliessend gleichförmig via Quarzglaszylinder an die Brennkammer abgegeben. Da das Quarzglas wärmeleitfähig ist, wird die Temperatur an alle beteiligten Heizwicklungen und Spiralen weitertransportiert. Man kann die Belastung so gleichmässiger auf das gesamte Heizelement aufteilen, was sich positiv auf die Lebensdauer auswirkt.

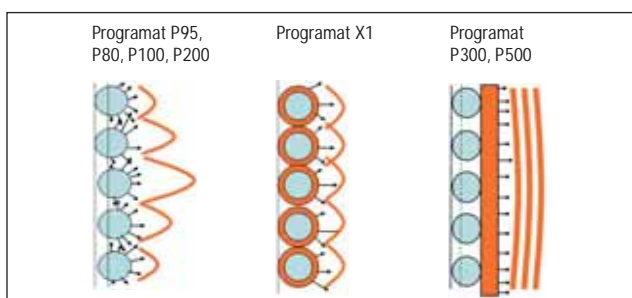
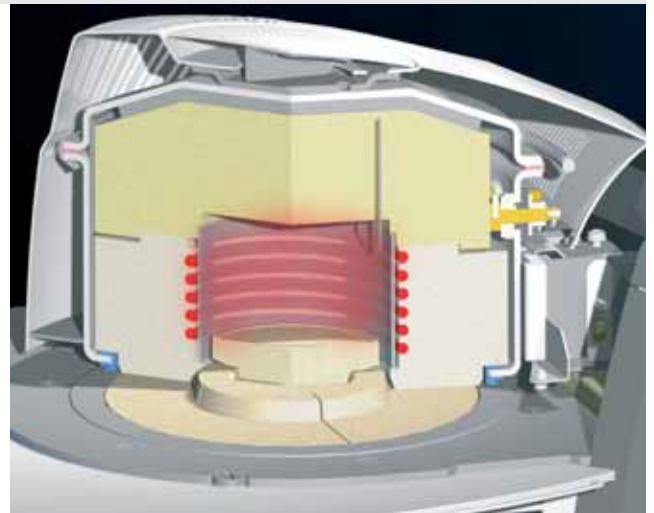


Abb. 1: Querschnitte unterschiedlicher Heizelemente von Ivoclar Vivadent Öfen



### 3. Prinzip

Die Funktion des vorgesetzten Quarzglaszylinders lässt sich zum besseren Verständnis auch anhand eines Beispiels mit einer Kerze sehr gut beschreiben. Misst man die Temperatur direkt über der Flamme einer Kerze, wird diese in unmittelbarer Nähe der Flamme am höchsten sein. Etwas mehr seitlich von der Flamme nehmen diese Temperaturen sehr schnell ab. In der Flamme existieren steile Temperaturgradienten bzw. Temperaturinhomogenitäten. Wird nun eine dünne Metallplatte, welche deutlich grösser als die Flamme der Kerze ist, direkt über die Flamme gehalten, erwärmt diese Metallplatte sich aufgrund der Wärmeleitfähigkeit sehr gleichmässig. Die Temperatur wird auch seitlich abgeleitet. Oberhalb der Metallplatte entsteht nun eine sehr homogene Temperaturverteilung. Aus einer punktförmigen Hitze-einwirkung wird dadurch eine grossflächige Hitzequelle. Ein analoges Prinzip findet sich beispielsweise auch bei einem Gasgrill. Hier erwärmt eine lokale Gasflamme eine aufgelegte Metallplatte, welche die Hitze gut verteilt an die Grillwaren abgibt.

In Anwendung dieses Prinzips und im Zusammenspiel mit diversen anderen konstruktiven Parametern gelang es, ein sehr homogenes Temperaturfeld in der Brennkammer des Programat P300 und P500 zu erreichen.

#### 4. Messung der Temperaturverteilung in einer Brennkammer

In Zusammenarbeit mit einer Schweizer Hochschule hat Ivoclar Vivadent einen Messträger für die Messung der Temperaturgradienten in einer zylindrischen Brennkammer entwickelt. Mittels dieses speziellen Messträgers kann ein sehr guter Einblick über die orts- und zeitabhängige Temperaturverteilung in der Brennkammer in den unterschiedlichsten Temperaturbereichen gewonnen werden. Gleichzeitig hat man diese Daten zur Optimierung der Programmat Brennkammer verwendet. Ein Computermodell erlaubt die 3D-Darstellung der Temperaturverteilung zu unterschiedlichen Zeitpunkten in der jeweiligen untersuchten Brennkammer.

Im Nachfolgenden wird die Temperaturverteilung in der Brennkammer des Programat P100 mit jener des Programat P300/P500 verglichen. Diese Gegenüberstellung zeigt die Temperatur im Moment des Erreichens der Haltezeit. Der rote 3D-Körper stellt dabei eine Temperaturzone von 980 °C in einem Bereich von +/-5K dar.

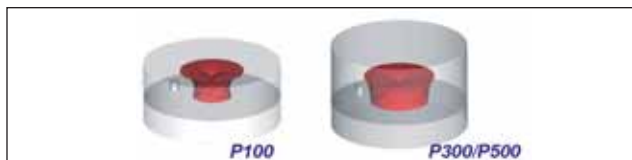


Abb. 2: P100 im Vergleich zum P300/P500

Der Unterschied ist sehr gut erkennbar beim Vergleich mit dem dargestellten Zahn, jeweils links in den Grafiken der Brennkammer zu sehen (Abb. 2). Mit dem QTK Heizelement wird eine deutlich homogenere Temperaturverteilung erreicht. Ergebnisse und Ausführung von Messungen über Temperaturverteilungen in diversen dentalen Brennkammern sind des Weiteren in den im Anhang erwähnten Fachartikeln beschrieben.

#### 5. Performance des QTK Heizelementes während dessen Lebensdauer

Die Neudimensionierung und die Art des Aufbaues des QTK Heizelementes ermöglicht auch ausgezeichnete Eigenschaften über die gesamte Heizelement-Lebensdauer. Der Heizwicklungswiderstand ändert sich selbst nach vielen Betriebsstunden kaum. Dadurch erreicht man eine gleich bleibende Heizleistung und Qualität, die sich in der Aufheizgeschwindigkeit bemerkbar macht.

Nachfolgende Abb. 3 zeigt zum Vergleich den gemessenen Temperaturgradienten eines P300/P500 Heizelementes am Ende seiner Lebensdauer. Wie man sieht, braucht der Programat P500 weniger als 6 Min., um von der Bereitschaftstemperatur von 400 °C auf eine Brennkammertemperatur von 1200 °C aufzuheizen.

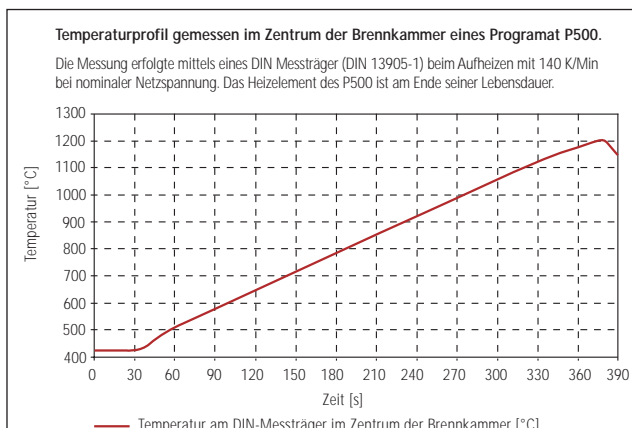


Abb. 3: Erreichter Temperaturgradient über den gesamten Temperaturbereich

#### 6. Robustheit und Zuverlässigkeit

Das neue QTK Heizelement garantiert dem Anwender über die gesamte Einsatzdauer eine gleich bleibende Heizleistung und damit eine sehr robuste Temperaturführung – und in weiterer Folge natürlich auch Prozessführung. Zudem werden hohe Temperaturgradienten von 140K/Min. über den gesamten Temperatureinsatzbereich von 400 °C bis 1200 °C erreicht. Dies macht sich durch eine kurze und konstante Branddauer bemerkbar, was wiederum auch die Prozesszeiten erheblich reduziert.

#### 7. Abschliessend

Das neue QTK Heizelement (Abb. 4) leistet zusammen mit anderen konstruktiven Faktoren einen bedeutenden und nachweisbaren Beitrag für eine bessere Temperaturverteilung in der Brennkammer.



Abb. 4: QTK Heizelement

Die Lebensdauertests zeigten, dass das QTK Heizelement länger und vor allem auch mit einer sehr konstanten Qualität genutzt werden kann. Dadurch bleibt der Ofen von Brand zu Brand beständig und bildet ein präzises Fundament für die tägliche Arbeit des Zahntechnikers.

#### Literaturhinweise:

- Prof. Dr. R. Biffar, OA Dr. Th. Klink (2004) „Dentalkeramiköfen“ Zahntechnik Mag 8, 12, 938-946
- Prof. Dr. W. Lindemann (2001) „Das Temperaturprofil in Keramik-Brennöfen“ Zahntechnik Mag 5, 620-624
- Dr. M. T. Paarsch (2001) „Zur Kenntnis des Temperaturgradienten in Dentalbrennöfen für die Titankeramik“ Dissertation, Medizinische Fakultät, Universität Tübingen
- DIN 13905-1 „Qualitätssichernde Massnahmen zur Kalibrierung von dentalen Brennöfen – Teil 1: Dynamisches Messverfahren mit separatem Thermoelment“