

5. Ergebnisse

5.1 Einfluss der Brenngutträger auf die Sinterendtemperatur in Abhängigkeit von der Sintertemperatur

Die Temperaturprotokolle des externen, ofenunabhängigen Thermoelements zeigen bei allen Sinterzyklen, hinsichtlich des verwendeten Brenngutträgers, unterschiedliche Verläufe der Temperaturkurven. Die geforderte Sintertemperatur wurde in allen Fällen überschritten. Eine Übersicht über alle Sinterzyklen der sechs Keramiken ist im Anhang (CD 1) zu finden. Aufgrund der großen Zahl der aufgezeichneten Temperaturverläufe wird sich in diesem Kapitel stellvertretend auf die Darstellung der Temperaturkurven während der Haltephase am Beispiel der Keramik A beschränkt. Für alle weiteren Keramiken ist die Temperaturdifferenz zur maximalen Leerlauftemperatur bei Nutzung der unterschiedlichen Trägersysteme dargestellt. Als Ausgangswerte für die Differenzbildung werden die maximalen Sintertemperaturen der jeweiligen Leerlaufbrände (Leerlauf-Temperatur) herangezogen.

5.1.1 Abweichungen bei hochbrennenden Verblendkeramiken

Keramik A (Vita – Omega (Fa. Vita Zahnfabrik))

Die Abbildungen 16,17 und 18 zeigen, dass die Kurven der Brennronde und des Honeycomb – Thermo – Trays die höchsten Auslenkungen erfahren. Dies ist für alle anderen Keramiken ebenso belegbar. Die Kurven mit Wattedrenngutträger liegen in ihren

Verläufen bei allen untersuchten Keramiken unterhalb der Verläufe mit der Brennronde und der Honeycomb – Thermo – Trays.

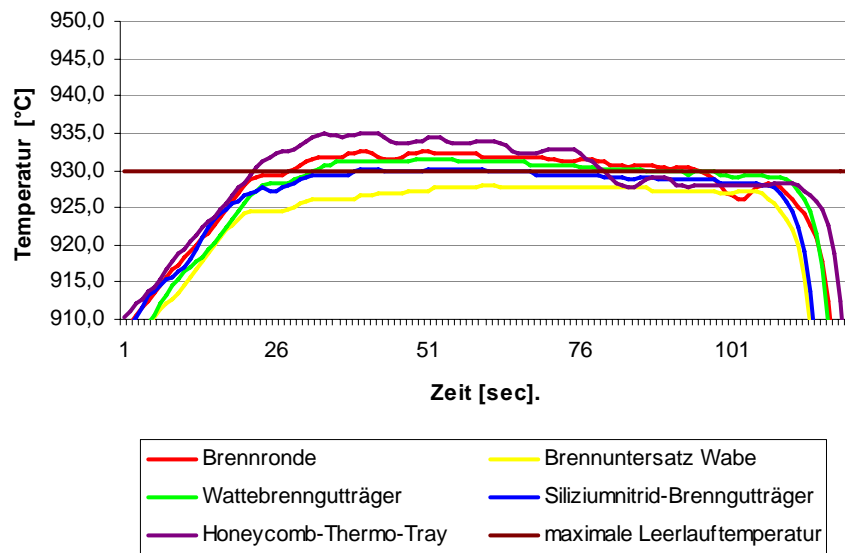


Abb. 16: Temperaturprotokoll über die Haltezeit bei Einstellung einer um 20,0 K abgesenkten Sintertemperatur.

Maximale Leerlauftemperatur 929,9°C (Keramik A).

Die Abbildungen 16,17 und 18 zeigen weiterhin dass, die Kurven des Brennunersatzes Wabe und des Siliziumnitrid-Brenngutträgers die niedrigsten Kurvenverläufe aller Träger aufweisen. Dies ist wiederum für alle untersuchten Keramiken ausweislich.

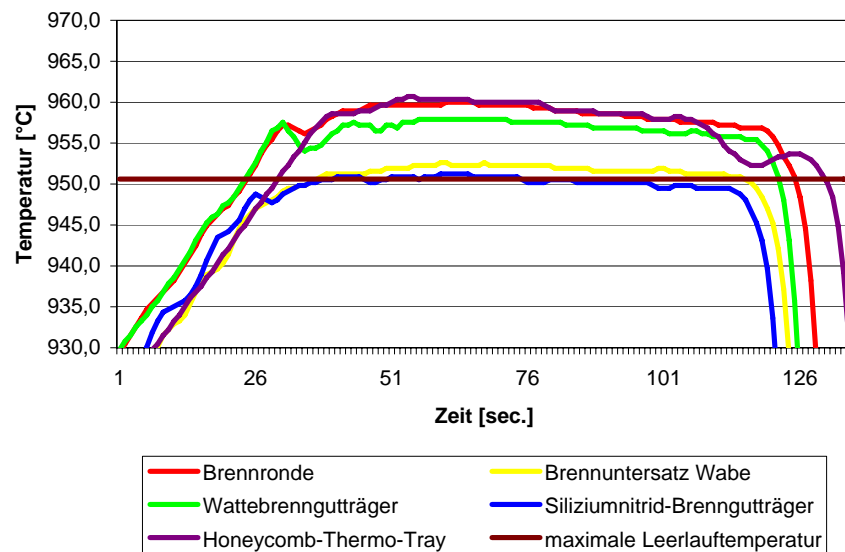


Abb. 17: Temperaturprotokoll über die Haltezeit bei Einstellung der vorgeschriebenen Sintertemperatur.

Maximale Leerlauftemperatur 950,6 °C (Keramik A).

In den Abbildungen 16 und 18 werden die Temperaturkurven dargestellt, wie sie bei einer schrittweisen Absenkung und Anhebung der maximalen Sintertemperatur um 20,0 K von uns erfasst wurden. Die Verteilung der Temperaturkurven zu den verschiedenen Brennlägern bleibt prinzipiell erhalten. Bei den anderen Keramiken mit anderen Temperatureinstellungen konnten analoge Ergebnisse erzielt werden.

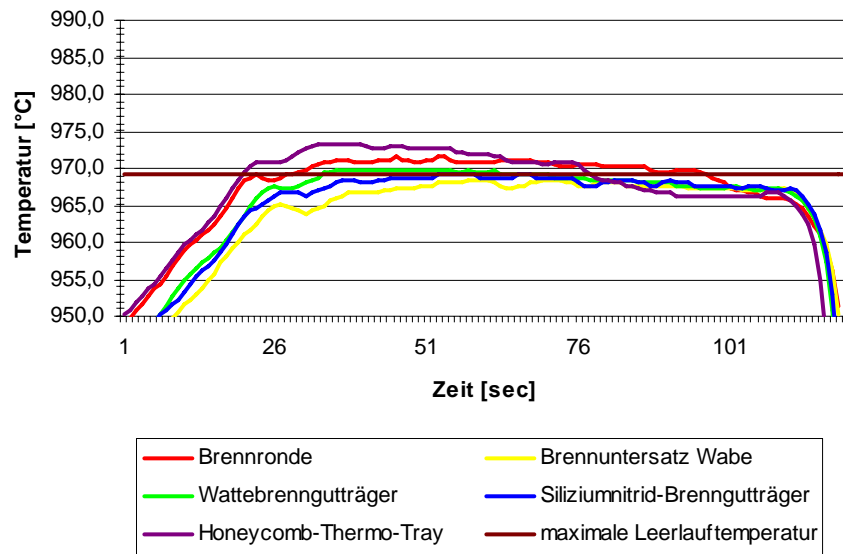


Abb. 18: Temperaturprotokoll über die Haltezeit bei Einstellung einer um 20,0 K erhöhten Sintertemperatur. Maximale Leerlauftemperatur 969,2 °C (Keramik A).

In den weiteren Abschnitten werden die maximalen Differenzen zur maximalen Temperatur im Leerlauf in Balkendiagrammen dargestellt. Die einzelnen Messprotokolle sind dem Anhang (CD 1) zu entnehmen.

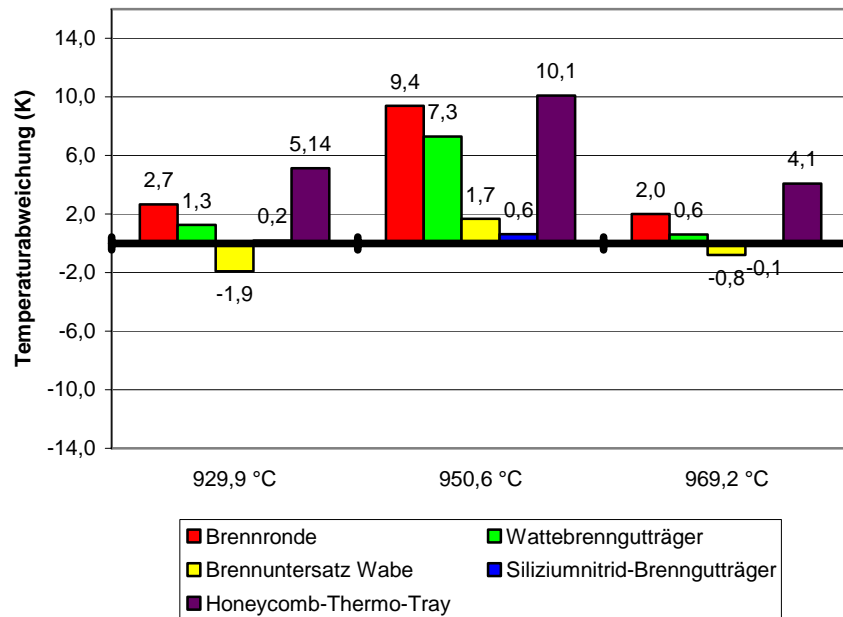


Abb. 19: Temperaturdifferenzen [K] zur maximalen Leerlauf-temperatur (Keramik A)

Das Diagramm der Abbildung 19 zeigt, inwieweit die Sintertemperatur bei Nutzung der Brenngutträger von der tatsächlichen Temperatur abweicht. Die maximalen Temperaturen im Leerlauf liegen für die drei um 20,0 K am Display des Ofens aufeinander aufbauenden Temperatureinstellungen bei 929,9 °C (910,0 °C), 950,6 °C (930,0 °C) und 969,2 °C (950,0 °C). Derartige Abweichungen sind bei längerer Nutzung der Öfen bekannt und unterstreichen die Bedeutung der Kalibrierung. Wie erkennbar, führte die Nutzung des Honeycomb – Thermo – Trays bei jeder Temperatur zur höchsten Überschreitung der maximalen Leerlauf-Temperatur. Das Maximum liegt hier bei 10,1 K (Leerlauf-temperatur 950,6 °C). Bei der Brennrunde kommt es bei allen Temperaturen zur zweithöchsten Überschreitung, mit maximal 9,4 K

(Leerlauftemperatur 950,6 °C). Die geringste Temperaturerhöhung bzw. -absenkung kann für alle Temperaturbereiche beim Siliziumnitrid-Brenngutträger und dem Brennuntersatz Wabe erkannt werden. Mit 1,9 K (Leerlauftemperatur 929,9 °C) unterhalb der maximalen Leerlauftemperatur war die deutlichste Unterschreitung beim Brennuntersatz Wabe zu erfassen.

Alle Kurven zeigen einen charakteristischen Verlauf am Beginn der Haltezeit. Mit Einströmen der kalten Luft fällt die Temperatur kurzzeitig ab (Abbildung 20), um danach auf ein etwas höheres Niveau anzusteigen. Dieses Verhalten ist im Leerlauf deutlich und bei Verwendung von Brenngutträgern gerade noch sichtbar.

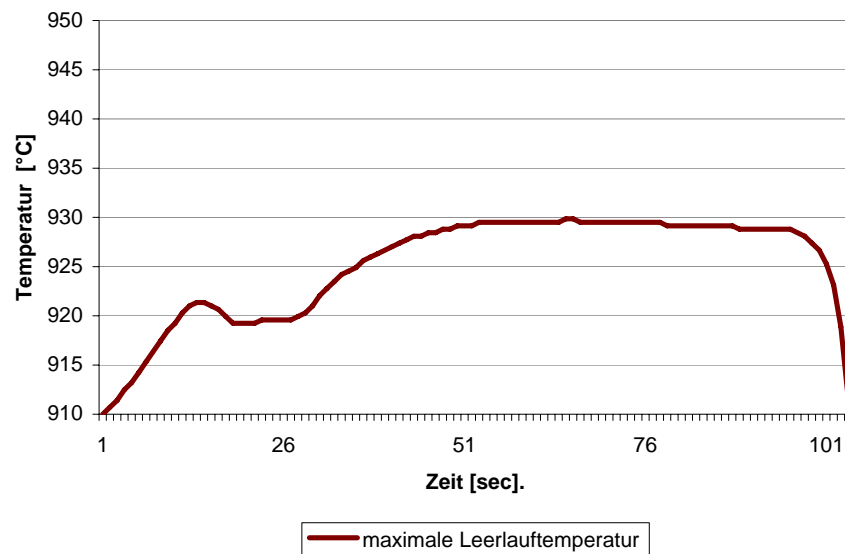


Abb. 20: Darstellung einer charakteristischen Leerlaufkurve, am Beispiel des Leerlaufbrandes mit Maximaltemperatur 929,9 °C

5.1.2 Abweichungen bei mittelbrennenden Verblendkeramiken

Keramik B (Imagine – Reflex (Fa. Wieland Dental))

Bei der Keramik B sind die tatsächlich gemessenen Temperaturen im Leerlauf und am Display eingestellten 20,0 K Differenzen 905,2 °C, 923,0 °C und 947,0 °C. Wie in Abbildung 20 zu erkennen, führt der Honeycomb – Thermo – Tray bei 905,2 °C und 947,0 °C zu den höchsten Temperaturabweichungen. Das Maximum liegt bei 3,3 K (Leerlauftemperatur 905,2 °C).

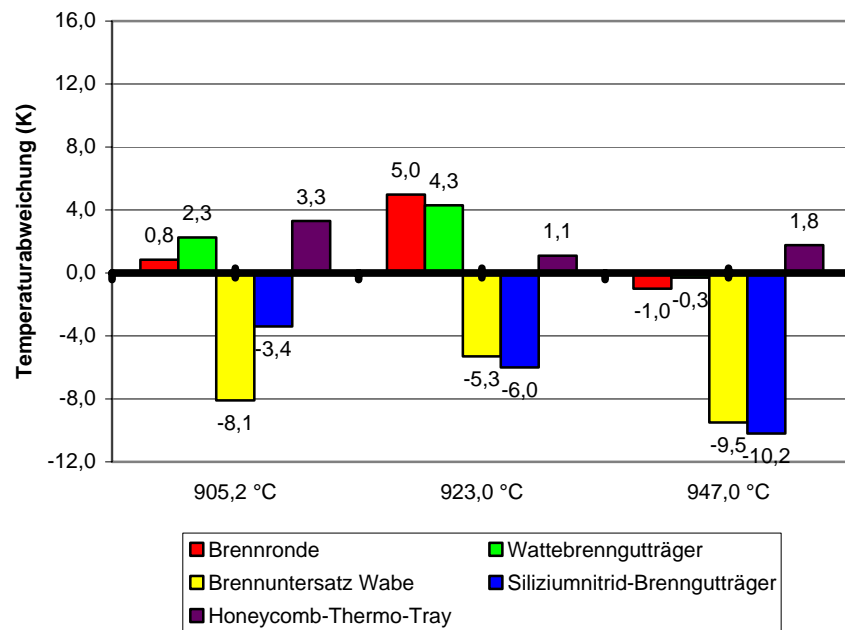


Abb. 21: Temperaturdifferenzen [K] zur maximalen Leerlauftemperatur (Keramik B)

Die Brennrunde zeigt bei Leerlauftemperatur 923,0 °C die mit 5,0 K höchste Temperaturüberschreitung. Die deutlichsten

Temperaturabnahmen sind beim Brennuntersatz Wabe und dem Siliziumnitrid–Brenngutträger zu erkennen. Das Differenzmaximum mit 10,2 K (Leerlauftemperatur 947,0 °C) zeigt hier der Versuch mit Siliziumnitrid–Brenngutträger.

Keramik C (Hera – Ceram (Fa. Heraeus Kulzer))

Für diese Keramik sind die tatsächlich gemessenen Temperaturen im Leerlauf und am Display eingestellten 20,0 K Differenzen 859,8 °C, 888,2 °C und 905,4 °C. Die Abbildung 22 zeigt, dass die Nutzung unterschiedlicher Brenngutträger, wie aus den beiden vorangegangenen Versuchen zu erwarten, zu einer Abweichung der Werte von der tatsächlichen Temperatur führt. Der Einsatz des Honeycomb–Thermo–Trays führt zur höchsten Temperaturerhöhung. Hier liegt das Maximum bei 12,6 K (Leerlauftemperatur 859,8 °C). Die nächst kleineren Temperaturüberschreitungen produziert die Brennronde, hier liegt das Maximum der Differenz zur maximalen Leerlauftemperatur bei 9,8 K (Leerlauftemperatur 859,8 °C). Für den Wattedrenngutträger liegen die gemessenen Temperaturen unterhalb der beiden schon genannten Träger.

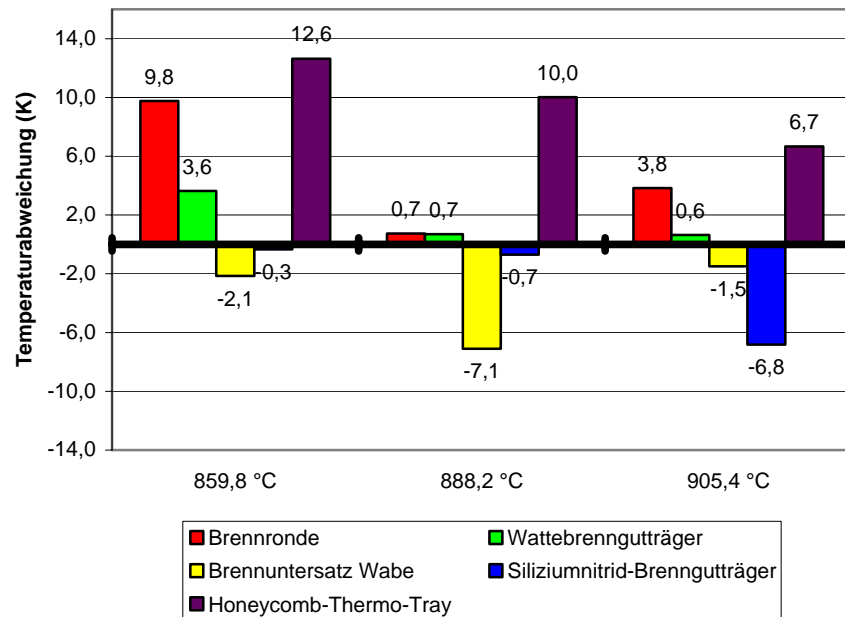


Abb. 22: Temperaturdifferenzen [K] zur maximalen Leerlauf-temperatur (Keramik C)

Die Temperaturwerte bei Einsatz des Siliziumnitrid-Brenngutträger und des Brennunersatz Wabe liegen unter der maximalen Leerlauf-temperatur. Bei der Leerlauf-temperatur 888,2 °C zeigt der Brennunersatz Wabe eine Temperaturabsenkung um 7,1 K. Die mit 6,8 K zweitgrößte Temperaturabsenkung zeigt der Siliziumnitrid-Brenngutträger bei einer Leerlauf-temperatur von 905,4 °C.

Keramik D (Symbio – Ceram (Fa. DeguDent))

Die maximalen Leerlauf-temperaturen für diese Keramik maßen wir bei 832,3 °C, 850,1 °C und 871,0 °C. In Abbildung 23 erkennen wir, dass die Nutzung des Honeycomb-Thermo-Trays bei Leerlauf-temperaturen 832,3 °C und 871,0 °C zu den höchsten Temperatur-

anhebungen führt. Hier ist der Maximalwert der Differenz 2,2 K (Leerlauftemperatur 871,0 °C). Der Versuch mit Brennronde zeigt bei diesen Temperaturen die zweithöchsten Überschreitungen der tatsächlichen Temperatur. Nur bei 850,1 °C erzeugt die Brennronde mit 9,4 K einen höheren Wert. Bei allen Bränden zeigen die Werte des Brennuntersatzes Wabe und die des Siliziumnitrid-Brenngutträgers die geringsten Überschreitungen und die stärksten Absenkungen der Temperatur. So weisen die Werte des Brennuntersatzes Wabe bei jeder Temperatur die höchsten Unterschreitungen auf. Die Maximalunterschreitung liegt hier bei 8,4 K (Leerlauftemperatur 850,1 °C). Für den Siliziumnitrid-Brenngutträger liegt der Wert bei 3,2 K (Leerlauftemperatur 832,2 °C).

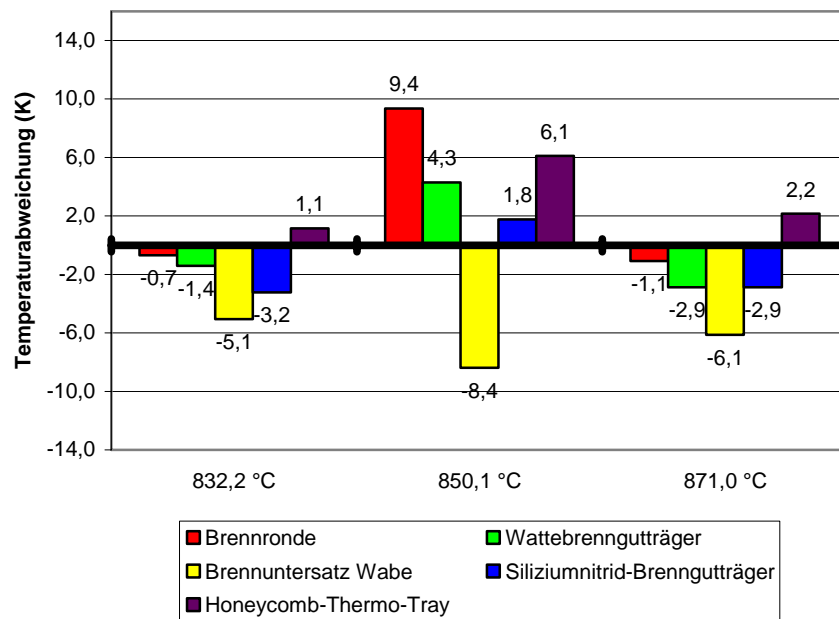


Abb. 23: Temperaturdifferenzen [K] zur maximalen Leerlauftemperatur (Keramik D)

5.1.3 Abweichungen bei niedrigbrennenden Verblendkeramiken

Keramik E (Ducera – Gold (Fa. DeguDent))

Bei dieser Keramik liegen die Leerlauftemperaturen bei 794,9 °C, 813,4 °C und 822,8 °C. Anders als bei den mittel- und hochbrennenden Keramiken kommt es hier, wie in Abbildung 24 zu erkennen, wesentlich häufiger zu Überschreitungen der maximalen Leerlauftemperatur.

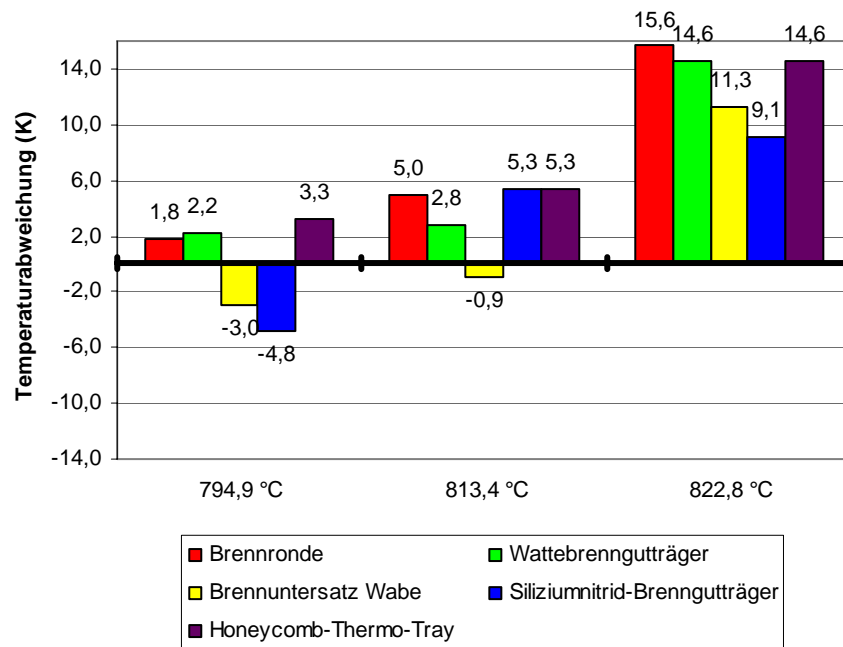


Abb. 24: Temperaturdifferenzen [K] zur maximalen Leerlauftemperatur(Keramik E)

Nur für den Brennuntersatz Wabe und den Siliziumnitrid-Brenngutträger kann eine Absenkungen der Temperatur durch die Brenngutträger festgestellt werden. Wobei die maximale Absenkung bei 4,8 K (Leerlauftemperatur 794,9 °C) für den Siliziumnitrid-

Brenngutträger gemessen wird. Der Honeycomb–Thermo–Tray führte bei Leerlauftemperaturen 794,4 °C und 813,4 °C zu den stärksten Temperaturerhöhungen. Nur bei Leerlauftemperatur 822,8 °C und Brennronde ist die Differenz mit 15,6 K höher. Die Werte des Wattedrenngutträgers liegen größten Teils unter denen des Honeycomb – Thermo – Trays und der Brennronde, aber oberhalb der des Siliziumnitrid – Brenngutträgers und des Brennuntersatzes Wabe.

Keramik F (Finesse (Fa. Dentsply))

Für die Keramik F liegen die maximalen Leerlauftemperaturen bei 755,9 °C, 778,2 °C und 797,1 °C. Wie Abbildung 25 erkennen lässt, unterschreiten die gemessenen Kurvenverläufe selten die maximale Leerlauftemperatur, wie auch bei Keramik E. Lediglich die Werte des Siliziumnitrid–Brenngutträgers zeigen bei Leerlauftemperatur 797,1 °C eine Absenkung unter die Leerlauftemperatur von 0,4 K. Der höchste Temperaturanstieg ist mit 11,2 K (Leerlauftemperatur 755,9 °C) beim Wattedrenngutträger festzustellen. Bei den Bränden mit Leerlauftemperaturen von 778,2 °C und 797,1 °C liegen die Werte dieses Trägers im Mittelfeld der Abweichungen. Bei diesen Einstellungen zeigen die Werte der Brennronde bei 778,2 °C und 797,1 °C die höchsten Temperaturüberschreitungen, welche ein Maximum bei 8,1 K (Leerlauftemperatur 797,1 °C) hatten. Die Werte des Brennuntersatzes Wabe zeigen mit Ausnahme bei eingestellten 778,2 °C die zweitniedrigsten Temperaturerhöhungen.

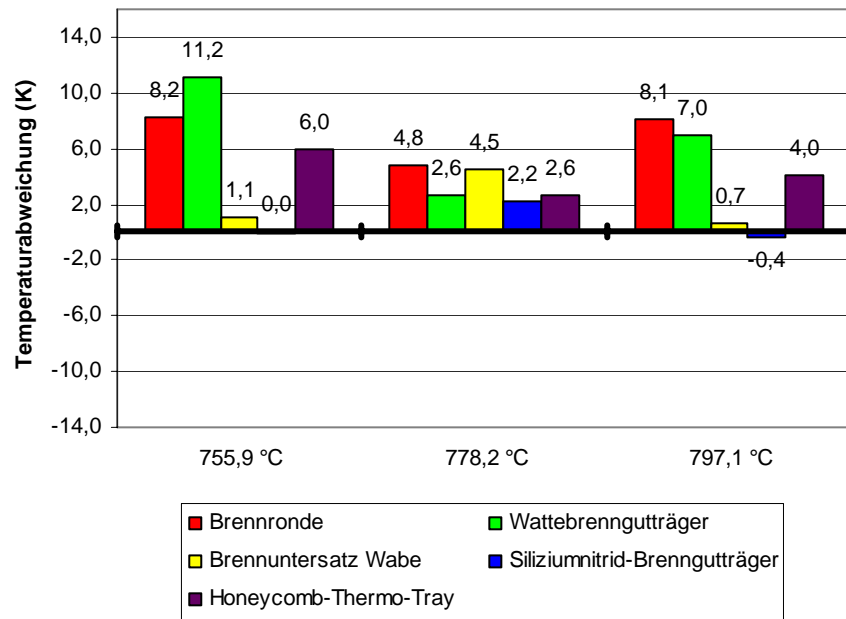


Abb. 25: Temperaturdifferenzen [K] zur maximalen Leerlaufemperatur (Keramik F)