

## Sinterguide

Dieser Guide hilft Ihnen Einflussfaktoren auf Farbgebung und Transluzenz des Zirkonoxides zu verstehen und Fehlerquellen für ein richtiges Sintern zu eliminieren.

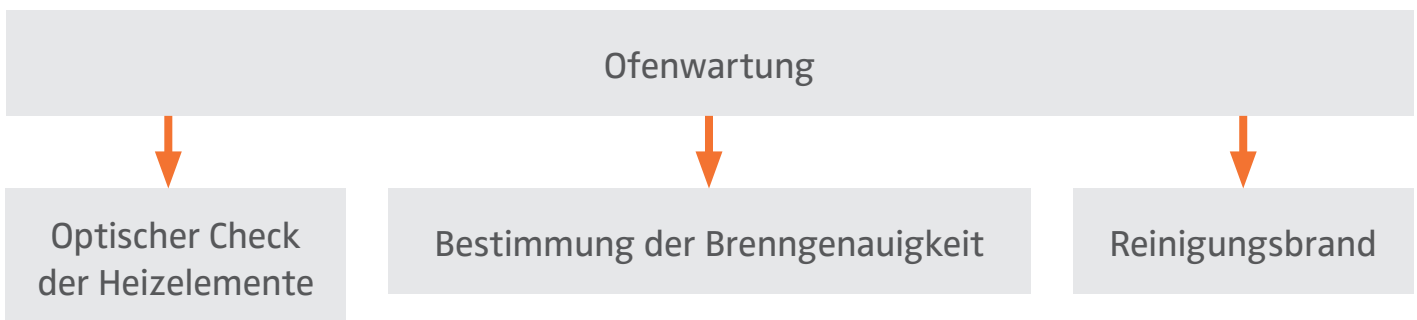
### 1. Ofenwartung

**Häufigste Gründe für ein schlechtes Farbergebnis nach dem Sintern sind:**

- falsche Menge an thermischer Energie
- Ansammlung von Verunreinigungen

Für beide ist der Ofen verantwortlich. Dieser enthält Verschleißteile, wie die Heizelemente und das Thermoelement. Somit ist eine fortlaufende Überwachung des Ofens sinnvoll, um gleichbleibende Qualität sicherstellen zu können.

**Im Folgenden wird eine Routine zur Qualitätssicherung vorgeschlagen:**



#### 1.1 Heizelemente – optischer Check (wöchentlich)

Egal ob die Heizelemente aus Siliziumcarbid (SiC) oder Molybdänsilizid (MoSi<sub>2</sub>) bestehen, sollten diese grundsätzlich über das gesamte Heizelement die gleiche Farbe aufweisen. Dies sollten Sie wöchentlich kontrollieren. Ist das nicht der Fall, so kann ein Reinigungsbrand von Nöten sein. Siehe dazu Kapitel 1.3.

Weitere Informationen finden Sie im Ofenhandbuch des jeweiligen Herstellers.



**TIPP:**

Nutzen Sie Ihre Selfiekamera für das Betrachten der Heizelemente in der Ofenkammer.

Abb. 1: Abgenutzte MoSi<sub>2</sub> Heizelemente; Abnutzung zeigt sich als weißer Belag

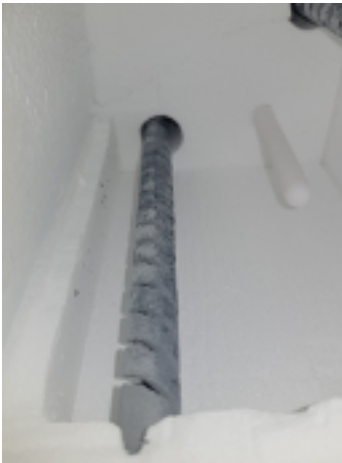
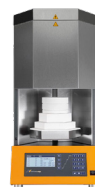
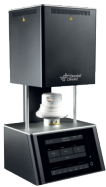


Abb. 2: Abgenutzte SiC Heizelemente, Abnutzung zeigt sich als weißer Belag

<b>MoSi<sub>2</sub></b>	in der Regel „U“-förmig	altert langsamer	etwas pflegeintensiver
<b>SiC</b>	in der Regel stabförmig	altert schneller	weniger pflegeintensiv

## Unterschiedliche Sinterofenhersteller:



Typ	DD Argus fire 674i (Dekema)	LHTCT 01/16 (Nabertherm)	LHT 02/17 LB (Nabertherm)	HTS-2/M/Zirkon-120 (Mimh Vogt)	ZYRCOMAT® 6100 MS (VITA®)	Programat S1 1600 (Ivoclar)	Denta Star P1 Plus (Thermo Star)
Heizelemente	<b>Siliziumcarbid (SiC)</b>	<b>Siliziumcarbid (SiC)</b>	Molybdänsilizid (MoSi <sub>2</sub> )	Molybdänsilizid (MoSi <sub>2</sub> )	Molybdänsilizid (MoSi <sub>2</sub> )	Molybdänsilizid (MoSi <sub>2</sub> )	Molybdänsilizid (MoSi <sub>2</sub> )

## 1.2 Bestimmung der Brenngenaugigkeit (alle 6 Monate + nach Bedarf)

**Wenn der Ofen über- oder unterbrennt bildet sich in den Restaurationen die falsche Farbe aus.**

Neben den Heizelementen unterliegt auch der Temperatursensor (Thermoelement) gewissen Alterungs- und Verschmutzungseinflüssen, welche die Temperaturmessung beeinflussen können.

Zur Bestimmung der Brenngenaugigkeit werden sogenannte PTC-Ringe (Process Temperature Control) eingesetzt. Diese werden mit einem speziellen Programm gesintert und durch die bekannte Schrumpfung dieser Ringe kann die Ofentemperatur bestimmt werden. Je nach Ergebnis muss der Ofen gegebenenfalls neu kalibriert werden.

Zögern Sie nicht, uns für nähere Informationen oder den Erwerb von PTC-Ringen zu kontaktieren.



## 1.3 Reinigungsbrand – Verwendung von DD Phoenix

Unabhängig von der Art der Heizelemente sammeln sich im Ofenraum Verunreinigungen an. Diese können eine Farbveränderung an den Restaurationen hervorrufen. Durch viele Sintervorgänge sammeln sich immer mehr Verunreinigungen in der Ofenwandung an, die im schlechtesten Fall konzentriert auf die Zirkonrestaurationen „regnen“. Nehmen Sie dazu in regelmäßigen Abständen einen Reinigungsbrand mit DD Phoenix vor.



Abb. 3: Korrekte Anwendung und Aussehen des Pulvers vor dem Reinigungsbrand.



Verarbeitungsanleitung DD phoeniX



Abb. 4: Aussehen des Pulvers bei Ablagerungen:  
Bräunlich verfärbte Rückstände

### Mögliche Gelb/Grünverfärbung bei MoSi<sub>2</sub>-Heizelementen:

Heizelemente aus MoSi<sub>2</sub> haben eine umhüllende Schutzschicht aus SiO<sub>2</sub>. Diese bildet sich bei normalem Gebrauch fortwährend weiter. Irgendwann ist diese Schicht zu dick und platzt ab. So kann im Heizelement das Molybdän mit Sauerstoff reagieren. Das typisch grüne Oxid kann extreme Grünverfärbungen im Zirkonoxid erzeugen. Das Fehlen der Schutzschicht sorgt für ein stark beschleunigtes Altern des MoSi<sub>2</sub>-Heizelements. Führen Sie auch hier einen Reinigungsbrand mit DD phoenix durch, um Verunreinigungen aus dem Ofen zu „saugen“. Dessen sehr reaktive Oberfläche bindet die zur Verfärbung führenden Verunreinigungen.



Abb. 5: Aussehen des Pulvers bei MoSi<sub>2</sub>-Verfärbungen:  
Grünliche Verfärbung

Sehen Sie dazu auch:

[www.dentaldirekt.de/de/dd-journal/dd-phoenix](http://www.dentaldirekt.de/de/dd-journal/dd-phoenix)

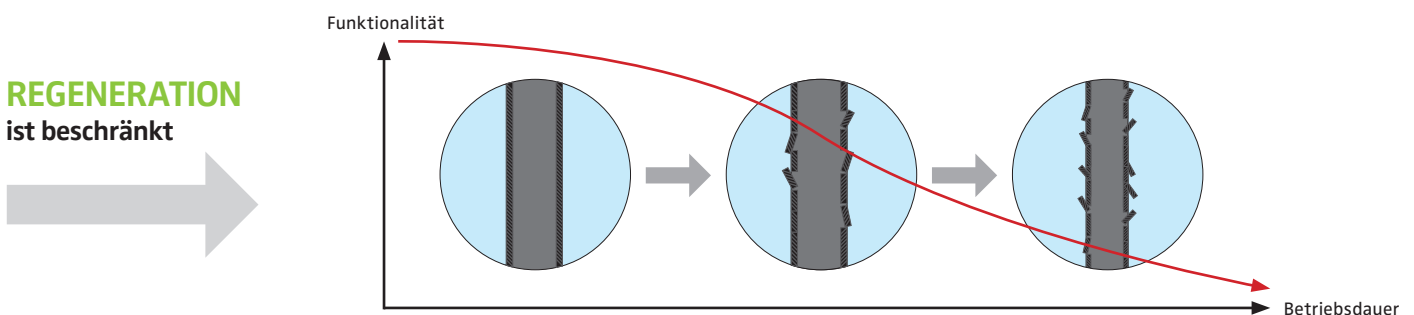
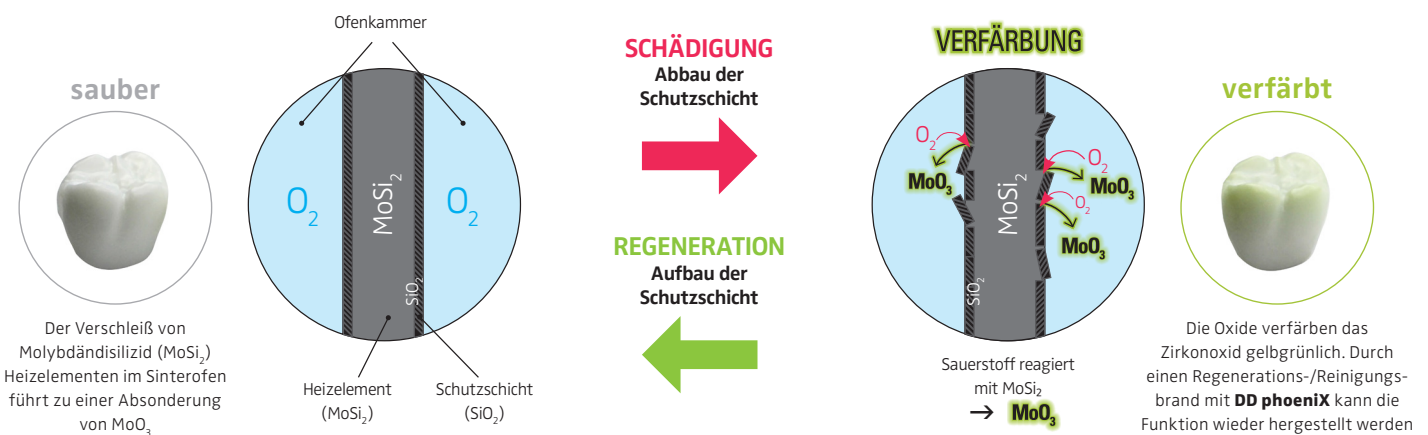




Abb. 6: Grünverfärbungen verursacht durch abgelagertes Molybdän(VI)-oxid ( $\text{MoO}_3$ )



Abb. 7: Grünverfärbungen verursacht durch abgelagertes Molybdän(VI)-oxid ( $\text{MoO}_3$ ): stärkere Verfärbung an massiven Brückengliedern

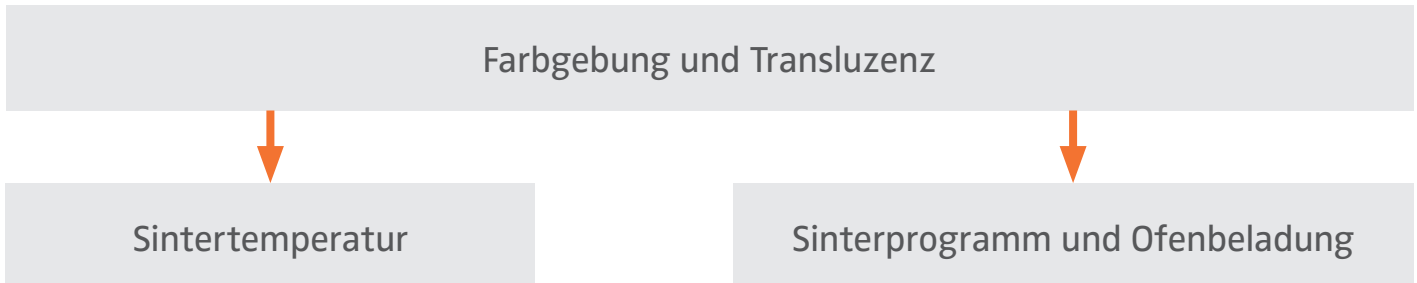


Abb. 8: Grünverfärbung durch abgelagertes Molybdän(VI)-oxid ( $\text{MoO}_3$ ): stärkere Verfärbung auf massiven Kronen



Abb. 9: Auch hier grüne Verfärbung von massiven Brückengliedern oder massive Strukturen

## 2. Farbgebung und Transluzenz



### 2.1 Sintertemperatur

Neben der genauen Zusammensetzung der zugeführten Farbstoffe hat das Sinterprofil einen entscheidenden Einfluss auf die Ausbildung der gewünschten Farbe. Das Sinterprofil beschreibt, wann welche Menge an thermischer Energie ins Zirkonoxid eingebracht wird.

Aus der Menge an thermischer Energie leitet sich ab, wohin genau im Gefüge die Farboxide wandern. Sowohl eine zu geringe Temperatur („zu kurze Wanderwege“), als auch eine zu hohe Temperatur („zu lange Wanderwege“) sorgen für einen falschen Einbau. Weiterhin sorgt das Wandern von Atomen durch die thermische Energie auch für die Schrumpfung im Zirkonoxid.

**Folgende Grafik der Multilayer zeigt, dass sich die fließenden Übergänge zwischen den einzelnen Schichten erst ab einer bestimmten Temperatur ausbilden:**



Die Zirkonoxide von Dental Direkt sind auf eine finale Sintertemperatur von 1.450 °C eingestellt. Dies ist für die Ausbildung von Farbe und Transluzenz der entscheidende Faktor.

**Zu geringe Temperatur** = zu wenig Transluzenz und zu dunkle Farbe

**Zu hohe Temperatur** = höhere/zu hohe Transluzenz und zu helle/ausgeblichene Farbe

		Material	
		DD cubeONE® ML A3	DD cubeX2® ML A3
Ofenendtemperatur (°C)	1300		
	1350		
	1400		
	1450		
	1500		
	1550		

Abb. 10:  
In der Lichtkabine mit D65  
Entstehung und Veränderung des Farbverlaufs  
über unterschiedliche Sintertemperaturen

		Material	
		DD cubeONE® ML A3	DD cubeX2® ML A3
Ofenendtemperatur (°C)	1300		
	1350		
	1400		
	1450		
	1500		
	1550		

Abb. 11:  
Auf Lichtplatte Veränderung der  
Transluzenz von Body zur Schneide über  
unterschiedliche Sintertemperaturen

Beispiele: zu viel Energie → Zirkonfarbe zu hell



Abb. 12:  
Farbwirkung der Krone von DD cube ONE® ML  
A3 ist zu hell. Der inzisale Bereich ist zu weiß



Abb. 13: Bei einer Brücke aus DD cube ONE® ML C2 wurde die  
Sintertemperatur deutlich überschritten, die Farbe ging verloren  
und die Inzisalkante erscheint opaker.

Beispiele: zu wenig Energie → Zirkonfarbe zu dunkel



Abb. 14: dunkler Farbeffekt durch unzureichenden Energieeintrag bei Kronen aus DD cubeX<sup>2</sup> ML A4



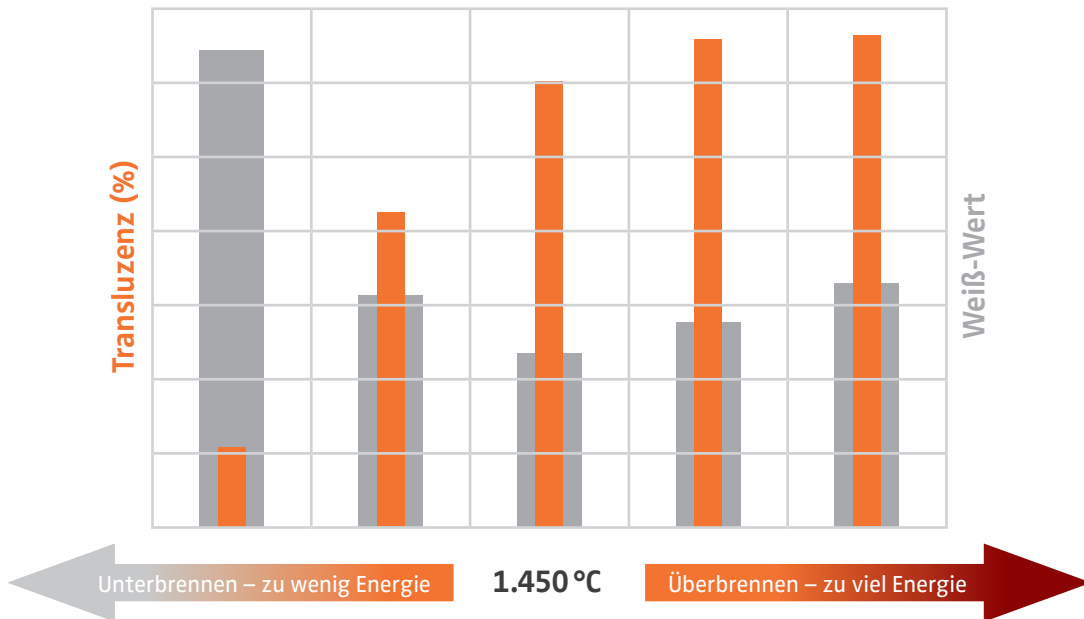
Abb. 15: deutlich untergebrannte Konstruktion aus DD cube ONE<sup>®</sup> ML C3: Lackschichten deutlich sichtbar



Abb. 16: weiße Kronenränder können auch ein Zeichen für unzureichenden Energieeintrag sein: hier weißer Kronenrand eines DD cube ONE<sup>®</sup> ML A2



Weiterhin ist zu beachten, dass mit steigender Sintertemperatur auch der Weiß-Wert steigt. Dies ist insofern kritisch, als dass das menschliche Auge einen als zu hoch empfundenen Weiß-Wert mit Opazität in Verbindung bringt. So ergibt sich das Paradoxon, dass zwar die gemessene Transluzenz höher ist, allerdings die empfundene Transluzenz geringer. Die folgende Grafik veranschaulicht dieses Phänomen. Die Messwerte wurden an 1 mm dicken Plättchen aus dem Inzisalbereich von DD cube ONE® ML A3 ermittelt.

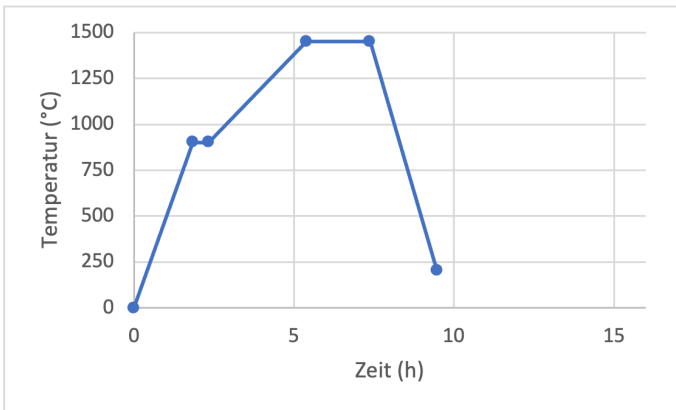


## 2.2 Sinterprogramm und Ofenbeladung

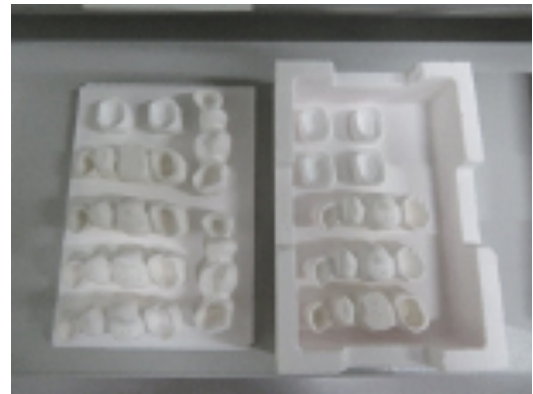
Wie bereits bekannt, wird die richtige Menge an thermischer Energie für ästhetische Ergebnisse benötigt. Neben der Genauigkeit der Ofensteuerung ist auch die Ofenbeladung sehr wichtig! Die thermische Energie verteilt sich auf alles, was sich im Ofeninnenraum befindet.

Im Folgenden befinden sich unsere Sinterkurven mit der empfohlenen Ofenbeladung:

### DD Standard

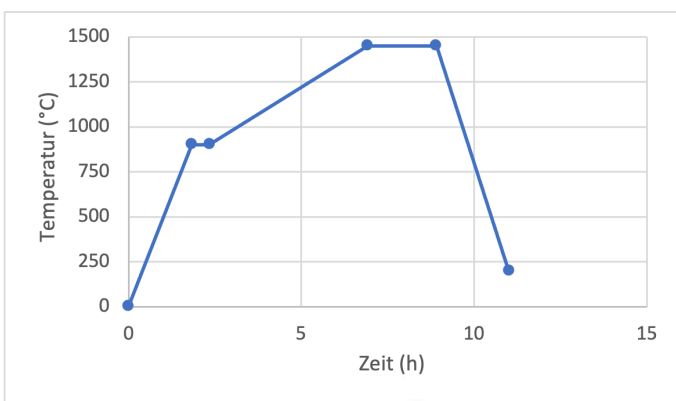


Heizrate 1	8 °C / Min. bis 900 °C
Haltezeit 1	30 Min. bei 900 °C
Heizrate 2	3 °C / Min. bis 1.450 °C
Haltezeit 2	120 Min. bei 1.450 °C
Kühlrate	10 °C / Min. bis 200 °C



Sollten im DD Standard Programm zu viele Einheiten (3 Ebenen) oder sehr massive Konstruktionen gesintert werden, kann es sein, dass die thermische Energie nicht ausreicht und die gewünschte Farbe nicht erreicht werden.

### DD Massiv

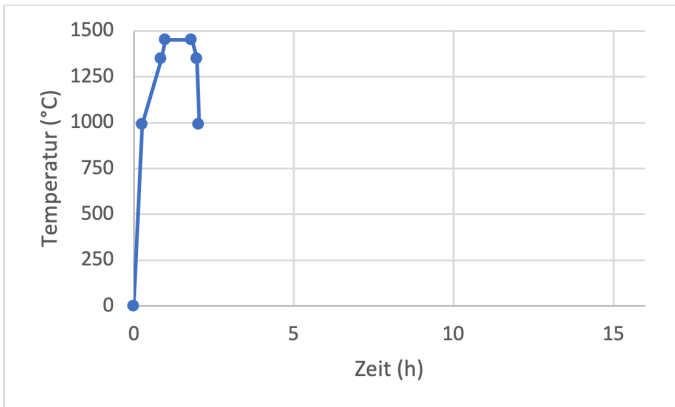


Heizrate 1	8 °C / Min. bis 900 °C
Haltezeit 1	30 Min. bei 900 °C
Heizrate 2	2 °C / Min. bis 1.450 °C
Haltezeit 2	120 Min. bei 1.450 °C
Kühlrate	10 °C / Min. bis 200 °C



Zirkonoxid ist ein schlechter Wärmeleiter. Konkret kann das bedeuten, dass zu schnelle Heizraten nicht zu einer gleichmäßigen Durchwärmung des Zirkons führen. Speziell bei weitspannigen Brücken mit Pontics kann das zu ästhetischen und Passungsungleichheiten führen. Das Programm DD Massiv verhindert das Auftreten dieser Probleme.

## DD Speed



Das Speedsintern wurde für die Dekema Öfen Austromat 664 und Austromat 674 validiert.

Für beide Öfen werden strenge Parameter vorgegeben:

- Das Sintern darf nur auf einer Ebene erfolgen
- Es dürfen nur Einzelkronen gesintert werden
- Die maximale Wandstärke dieser Einzelzahnkronen darf 4 mm nicht überschreiten
- Im Austromat 664 dürfen maximal 3, im Austromat 674 maximal 6 Kronen gesintert werden (durch unterschiedliche Ofenvolumina)

Heizrate 1	60 °C/Min. bis 990 °C
Heizrate 2	10 °C/Min. bis 1350 °C
Heizrate 3	15 °C/Min. bis 1450 °C
Haltezeit 1	50 Min. / 80 min
Kühlrate 1	10 °C/Min. bis 1350 °C
Kühlrate 2	maximales Abkühlen bis 990°C
Kühlrate 3	Ofen öffnen bei 990°C und maximales Abkühlen bei geöffnetem Ofen



Die beiden Öfen besitzen unterschiedliche Ofenraumvolumina. Dieses ist beim Energieeintrag zu berücksichtigen. Ein doppelt so großes Ofenvolumen bedeutet, dass auch die doppelte Menge an Luft erhitzt werden muss. Um also beim entscheidenden Schritt des Energieeintrags bei 1.450 °C eine gleichmäßige Durchwärmung des Ofens, und damit die gewünschten Ergebnisse, erzielen zu können, ist beim Austromat 674 die Haltezeit gegenüber dem Austromat 664 um 30 Minuten erhöht.

Auch das richtige Nesting ist ein Faktor, der für die endgültige Farbwirkung einer Restauration berücksichtigt werden muss.

## Rohlingshöhen, vorgesintert für Ihre Nesting-Software

Rohlingshöhe (mm)	Schicht 1+2: Inzisal (mm / %)	Schicht 3: Zwischenschicht (mm / %)	Schicht 4: Zwischenschicht (mm / %)	Schicht 5: Dentin (mm / %)
14 mm	3,5 / 24,9	2,1 / 15	2,1 / 15	6,3 / 45,1
18 mm	3,5 / 19,4	2,1 / 11,7	2,1 / 11,7	10,3 / 57,2
22 mm	3,5 / 15,9	2,1 / 9,6	2,1 / 9,6	14,3 / 64,9

### Optimales CAM-Nesting:

Indikation: Krone, Zahn 46, Farbe A3 – Rohling: DD cube ONE® ML, Höhe 14 mm, Farbe A3 – CAM Software: DD smart CAM 2.0  
Informationen zur Höhe der Schichten finden Sie in der Nestingempfehlung unter [dentaldirekt.de/de/downloads](http://dentaldirekt.de/de/downloads).

	Position Rohling 1,0 mm	Farbverlauf Restauration	Position Rohling 2,5 mm	Farbverlauf Restauration	Position Rohling 3,3 mm	Farbverlauf Restauration
		Starke Aufhellung auch im Body der Krone. Farbe entspricht eher einer A2.		Aufhellung in den Höckern. Farbverlauf optimal zum Verhältnis der Kronenhöhe.		Keine Aufhellung in den Höckern. Chroma ist abgedunkelt.
	zu hell		match		zu dunkel	



[dentaldirekt.de/de/dd-journal/wenn-nesting-stimmt-passt-auch-farbe](http://dentaldirekt.de/de/dd-journal/wenn-nesting-stimmt-passt-auch-farbe)

- ! Ein optimales Farbergebnis wird durch die individuelle Positionierung der Restauration im Rohling erzielt (match). Je nach Höhe der Arbeit kann die Positionierung von Inzisal, Zwischenschicht und Dentin in der DD smart CAM 2.0 Software individuell angepasst werden, um den optimalen Farbverlauf zu erzielen. !



Abb. 17: zu helles Farbergebnis durch eine zu hohe Positionierung der Krone im Blank