



## Dentale Brenn-, Press- und Sinteröfen: Effizient Energie sparen

Brennöfen der Programat®-Reihe von Ivoclar Vivadent helfen mit verschiedenen Funktionen, Energie zu sparen. Während Stromspartechnologien beispielsweise in Haushaltsgeräten zum Standard gehören, sind sie bei dentalen Brenn-, Press- und Sinteröfen noch nicht derart etabliert. Sie kommen nicht nur der Umwelt zugute, sondern auch Ihrem Geldbeutel.

Kürzlich durchgeführte Untersuchungen an der Interstaatlichen Hochschule für Technik Buchs (NTB) belegen die Effizienz der Stromsparfunktionen.

Thema: **Power Saving Technology: Effizienz dank geringem Stromverbrauch**  
 Titel: **Beschreibung der Programat-Stromsparfunktionen und deren Auswirkungen auf den Energieverbrauch**  
 Autor: Dr. Ing. Jürgen Kirchhof; Interstaatliche Hochschule für Technik Buchs (NTB); Werdenbergstr. 4, 9471 Buchs, Schweiz

### 1. Untersuchungsziele

Die Programat®-Energiesparoptionen wurden quantitativ untersucht und qualitativ beurteilt. Ziel war die Ermittlung der Energieersparnis in Bezug auf folgende Funktionen:

- **Verringerte Energieaufnahme im Standby-Modus**
- **Doppelventilvakuumtechnologie**
- **Intelligente Pressfunktion**
- **Schneller Sinterprozess**

Die **verringerte Energieaufnahme im Standby-Modus** ist eine Energiesparoption, die in den Brennöfen P300/G2, P500/G2 und P700/G2 sowie den Pressöfen EP 3000/G2 und EP 5000/G2 implementiert ist. Da die Wirkung bei allen Geräten die gleiche ist, konzentriert sich die Untersuchung auf den Programat P500/G2.

Die **Doppelventilvakuumtechnologie** ist ausschliesslich im P700/G2 integriert. Anhand dreier repräsentativer Brennprogramme, die sowohl auf dem P700/G2 als auch zur Referenz auf dem P500/G2 ablaufen, wird die Differenz des Energieverbrauchs zwischen den Geräten ermittelt.

Die **intelligente Pressfunktion (IPF)** bezieht sich auf das Gerät EP 5000; sie reduziert wesentlich die Prozesszeit relativ zu einem Brenn-/Pressprozess ohne IPF. Der resultierende Unterschied des Energieverbrauchs wird gemessen.

Der **schnelle Sinterprozess** kann mit dem Programat S1 durchgeführt werden. Im Vergleich zum Vorgängermodell Sintramat ist der Sinterprozess im S1 wesentlich kürzer. Auch in diesem Fall wird der resultierende Unterschied des Energieverbrauchs gemessen.

## 2. Messablauf und Aufbau

Zur Ermittlung des Energieverbrauchs eines Gerätes, d.h. des aktuellen Ofens bzw. der zugehörigen Vakuumpumpe, wurde die elektrische Leistung über einen Leistungsmesser zum Gerät geführt und somit über die Zeit gemessen. Anschließend wurde die gemessene Leistung zur umgesetzten Energie integriert. Der Leistungsmesser bildete die übertragene Leistung zunächst auf einen elektrischen Strom ab, welcher dann mit einem Strommesser gemessen wurde. Die Messdaten wurden im Target-Rechner erfasst, gespeichert und auf den Host-Rechner übertragen (siehe Abb. 1).



Abb. 1. Foto des Messaufbaus

## 3. Messergebnisse

### 3.1 Verringerte Energieaufnahme im Standby-Modus

Die verringerte Energieaufnahme im Standby-Modus ist eine Energiesparoption, die in den Geräten der „P-Serie“ und der „EP-Serie“ implementiert ist. Da die Wirkung bei allen Geräten die gleiche ist, konzentrierte sich die Untersuchung auf den Programat P500/G2.

Der P500/G2 wurde mit der Bereitschaftstemperatur von 403 °C betrieben. Diese Temperatur wurde über die Zeit konstant geregelt, sodass sich die Brennkammer und auch die Isolation vollständig durchwärmten. Der Ofen befand sich also thermisch im stationären Zustand.

Zur verringerten Energieaufnahme im Standby-Betrieb wurden zwei Untersuchungen durchgeführt:

### Versuch 1: Standby-Betrieb des P500/G2 über 80 Minuten

Ausgehend vom thermisch stationären Zustand wurde die „Power Saving“-Taste gedrückt, d.h. der Ofen wurde in den Standby-Betrieb geschaltet. Der Standby-Betrieb dauerte eine Stunde. Nach dieser Stunde wurde der Ofen mit der ESC-Taste wieder in den Bereitschaftsmodus geschaltet, d.h. er erwärmte sich wieder auf die Bereitschaftstemperatur von 403 °C. Es wurde angenommen, dass eine erneute Durchwärmung des Ofens nach 20 Minuten erreicht war.

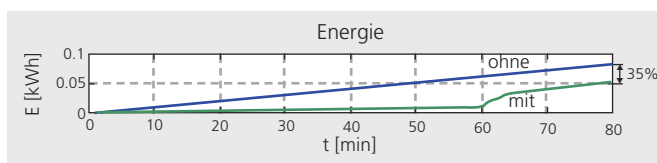
### Versuch 2: Standby-Betrieb des P500/G2 über 196 Minuten

Ausgehend vom thermisch stationären Zustand (403 °C) wurde die „Power Saving“-Taste gedrückt, d.h. der Ofen wurde in den Standby-Betrieb geschaltet. Anschliessend wurde gewartet, bis die Ofentemperatur auf die Standby-Temperatur von 100 °C abgesunken war; dies dauerte 116 Minuten. Dann lief der Ofen im Standby-Betrieb eine weitere Stunde. Nach insgesamt (116+60=) 176 Minuten wurde der Ofen mit der ESC-Taste wieder in den Bereitschaftsmodus geschaltet, d.h. er erwärmte sich wieder auf die Bereitschaftstemperatur von 403 °C. Es wurde ebenfalls angenommen, dass eine erneute Durchwärmung des Ofens nach 20 Minuten erreicht war.

### Resultat:

Abb. 2 zeigt den gemessenen Verlauf des Energieverbrauchs, jeweils mit Standby-Betrieb (grün) und ohne Standby-Betrieb (blau), und die daraus resultierende relative Energieersparnis. Diese betrug im ersten Versuch 35 % ( $1 - E_{\text{mit}} / E_{\text{ohne}} = 35\%$ ) und im zweiten Versuch 57 % ( $1 - E_{\text{mit}} / E_{\text{ohne}} = 57\%$ ).

#### Versuch 1:



#### Versuch 2:

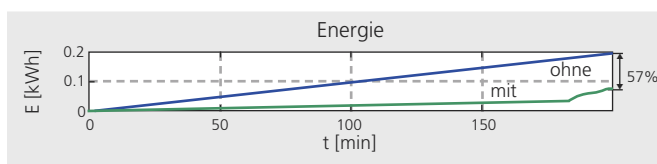


Abbildung 2: Energieverbrauchsverlauf im Standby-Betrieb – mit und ohne Energiesparfunktion

### 3.2 Doppelventilvakuumtechnologie

Die Doppelventilvakuumtechnologie ist ausschliesslich im P700/G2 eingebaut; sie erlaubt es, die angeschlossene Vakuumpumpe nach dem Erreichen des gewünschten Druckes im Brennraum abzuschalten. Dies reduziert die Lärmbelastigung, den Verschleiss an der Vakuumpumpe und den Energieverbrauch der Pumpe.

Die Energieeinsparung wurde ermittelt, indem ein P500/G2 und ein P700/G2 zeitseriell mit derselben Vakuumpumpe (VP 4) verschaltet wurden. Jede dieser Ofen-Pumpe-Kombinationen wurden mit drei repräsentativen Ivoclar Vivadent-Brennprogrammen betrieben:

- Programm 81: Kristallisation/Glanz HT/LT
- Programm 83: Fügen/Kristallisation CAD-on
- Programm 61: ZirLiner vor Wax-up + Pressen

Für jedes dieser Brennprogramme wurde die Differenz der Energie gebildet, welche die Öfen P500/G2 + Pumpe und P700/G2 + Pumpe benötigen.

#### Resultat:

Die Ergebnisse der Energiemessung zeigten folgende relativen Energieersparnisse:

- Programm 81: 12 %
- Programm 83: 16 %
- Programm 61: 15 %

### 3.3 Intelligente Pressfunktion (IPF)

Die intelligente Pressfunktion (IPF) ist im Gerät EP 5000 implementiert; sie reduziert wesentlich die Prozesszeit relativ zu einem Brenn-/Pressprozess ohne IPF. Wie der Abb. 3 entnommen werden kann, erstreckt sich ein Brenn-/Pressprozess mit IPF über 26 Minuten, wohingegen ein Prozess ohne IPF 46 Minuten dauert. Demnach währt der Prozess mit IPF lediglich 57% so lange wie ohne IPF, d.h. es wird 43 % an Zeit gespart. Der resultierende Unterschied im Energieverbrauch wurde gemessen.

Zu Beginn der Untersuchung wurde ein Programat EP 5000 mit einer Bereitschaftstemperatur von 700 °C betrieben. Diese Temperatur wurde über die Zeit konstant geregelt, sodass sich die Brennkammern und auch die Isolationen vollständig durchwärmten. Der Ofen befand sich also thermisch im sta-

tionären Zustand. Zeitparallel dazu wurde eine 300-Gramm-Pressmuffel auf 850 °C erwärmt. Auch hier wurde der stationäre Zustand abgewartet. Dann wurde die erhitzte Pressmuffel vom Vorwärmeofen in den Pressofen übergesetzt, der Ofenkopf geschlossen und nach 20 Sekunden das Pressprogramm des EP 5000 gestartet. Letzteres lief bis zum Programmende.

#### Resultat:

Abb. 3 zeigt den gemessenen Verlauf des Energieverbrauchs – mit IPF (grün) und ohne IPF (blau) – und die daraus resultierende relative Energieersparnis, welche 38 % betrug.

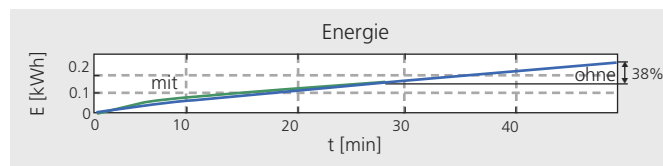


Abbildung 3: Energieverbrauchsverlauf mit und ohne IPF-Funktion

### 3.4 Schneller Sinterprozess

Der schnelle Sinterprozess kann mit dem Programat S1 durchgeführt werden. Im Vergleich zum Vorgängermodell Sintramat dauert der Sinterprozess im S1 wesentlich kürzer. Auch in diesem Fall wurde der resultierende Unterschied des Energieverbrauchs gemessen.

Die Sinterprogramme der beiden Öfen Programat S1 und Sintramat wurden gestartet. Sie liefen, bis ihr jeweiliges Programmende erreicht war.

#### Resultat:

Abb. 4 zeigt den gemessenen Verlauf des Energieverbrauchs des Programat S1 (grün) und des Sintramat (blau) und die daraus resultierende relative Energieersparnis, welche 68 % betrug.

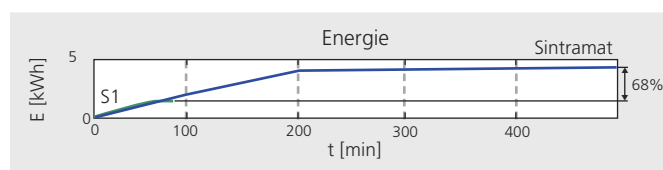


Abbildung 4: Energieverbrauchsverlauf im Sinterprozess

#### 4. Fazit

Diese Untersuchungen bestätigen, dass durch „Power Saving Technology“ Potenzial zum Energiesparen vorhanden ist. Speziell im Standby-Betrieb ist eine Energieersparnis von bis zu 57 % sehr gut. Auch als „sehr gut“ kann die Energieersparnis beim Programat S1 bezeichnet werden. Durch den schnellen Sinterprozess kann bis zu 68 % an Energie eingespart werden. Weniger effizient zeigt sich die Doppelventilvakuumtechnologie in Bezug auf Energieersparnis. Mit diesen Funktionen können – abhängig vom gewählten Programm – bis zu 16 Prozent an Energie eingespart werden.

Damit kann „Power Saving Technology“ allgemein als sinnvolle Ergänzung bei dentalen Brenn-, Press- und Sinteröfen gewertet werden.

Die neue Ofen-Generation: Kräfte effizient nutzen und wertvolle Ressourcen verantwortungsvoll einsetzen.



## Programat®

A STORY OF SUCCESS

Sparsam.  
Effizient.  
Zukunftsweisend.



Dies sind Produkte aus unserem Kompetenzbereich „All-Ceramics“.  
Produkte aus diesem Bereich sind jeweils optimal aufeinander abgestimmt.