

(19)



(11)

**EP 4 382 807 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**12.06.2024 Patentblatt 2024/24**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F24C 7/08** (2006.01) **F24C 7/06** (2006.01)  
**F24C 15/20** (2006.01) **F24C 15/32** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22383198.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F24C 7/06; F24C 7/087; F24C 15/2007;  
F24C 15/325**

(22) Anmeldetag: **09.12.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL  
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

- **Lehner, Marius**  
**75417 Mühlacker (DE)**
- **Seidler, Christian**  
**75015 Bretten (DE)**
- **Bauer, Magdalena**  
**74374 Zaberfeld (DE)**
- **Zarcone, Carmelo**  
**75038 Oberderdingen (DE)**
- **Farreres, Hector**  
**08185 Lliçà de Vall (ES)**
- **Funk, Mario**  
**76689 Karlsdorf-Neuhard (DE)**

(71) Anmelder: **E.G.O. Elektro-Gerätebau GmbH**  
**75038 Oberderdingen (DE)**

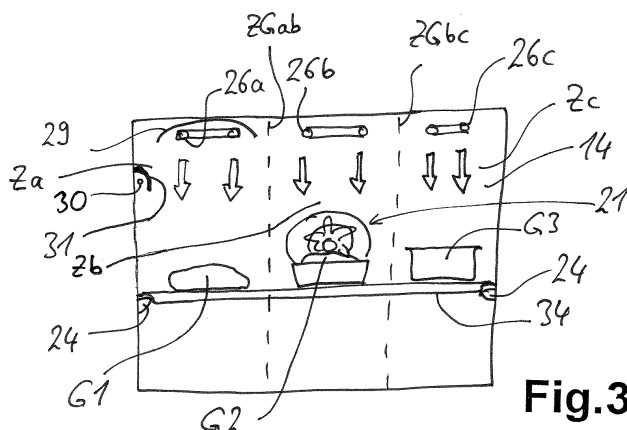
(72) Erfinder:  
• **Stötzner, Elisabeth**  
**75015 Bretten (DE)**  
• **Frank, Marcus**  
**75056 Sulzfeld (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte**  
**Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner mbB**  
**Kronenstraße 30**  
**70174 Stuttgart (DE)**

**(54) BACKOFEN UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES BACKOFENS**

(57) Ein Backofen weist eine Muffel und mindestens zwei Rohrheizkörper als Heizeinrichtungen darin auf, die elektrisch getrennt und separat ansteuerbar nebeneinander und nahe gemeinsam an einer Deckenwandung der Muffel angeordnet sind. Die Muffel ist durch die Heizeinrichtungen in nebeneinander angeordnete thermische Zonen aufgeteilt, wobei eine Grenze zwischen zwei direkt nebeneinander benachbarten Zonen mittig zwischen zweier direkt nebeneinander benachbarter Heizeinrichtungen verläuft. Keine der benachbarten Zonen überlappt einander bzw. die Zonen sind getrennt vonein-

ander, grenzen aber direkt aneinander an. Der Backofen weist eine Ofensteuerung und eine Leistungsverorgung für jede der Heizeinrichtungen auf, wobei die Ofensteuerung ausgebildet ist für eine Bestimmung oder eine Berechnung einer Temperatur mindestens einer Heizeinrichtung und/oder in der Muffel. Diese Temperaturen kann die Ofensteuerung einen Garprozess für mehrere verschiedene Gargüter bestimmen, die bei gleicher Gardauer für jede der Zonen einer unterschiedlichen Gartemperatur ausgesetzt sind.

**Fig.3****EP 4 382 807 A1**

## Beschreibung

### ANWENDUNGSGEBIET UND STAND DER TECHNIK

5 **[0001]** Die Erfindung betrifft einen Backofen sowie Verfahren zum Betrieb eines solchen Backofens. Dabei weist der Backofen eine Muffel samt Zugangsöffnung sowie Tür zum Verschluss der Zugangsöffnung auf, außerdem mindestens zwei Heizeinrichtungen in der Muffel.

10 **[0002]** Üblicherweise weisen Backöfen zur Beheizung der Muffel einen sogenannten Oberhitze-Heizkörper und einen Unterhitze-Heizkörper auf. Der Oberhitze-Heizkörper ist an der Innenseite der Deckenwandung der Muffel angebracht, verläuft in der Regel mäanderförmig und kann auch für spezielle Betriebsarten als Grill betrieben werden. Der Unterhitze-Heizkörper ist häufig unter der Bodenwandung der Muffel, wo er weder beschädigt noch verschmutzt werden kann. Des Weiteren gibt es sogenannte Heißluft- und Umluft-Backöfen, bei denen ein Lüfter an der Rückseitenwandung der Muffel angeordnet ist und eine Lüftungsrichtung in die Muffel hinein aufweist. Den Lüfter umgebend kann bei Heißluft-Backöfen eine Lüfterheizung vorgesehen sein, so dass der Lüfter heiße Luft, üblicherweise um Umwälzbetrieb aus der Muffel herausgezogen, in die Muffel einblasen kann. Letztlich wird damit aber beabsichtigt, in der Muffel eine möglichst einheitliche bzw. homogene Temperatur zu erreichen.

### AUFGABE UND LÖSUNG

20 **[0003]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen eingangs genannten Backofen sowie Verfahren zu dessen Betrieb zu schaffen, mit denen Probleme des Standes der Technik gelöst werden können und es insbesondere möglich ist, den Backofen innovativ und vielfältig sowie mit möglichst großem Bedienkomfort und Nutzen für einen Benutzer zu betreiben.

25 **[0004]** Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Backofen mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie Verfahren zu einem Betrieb eines solchen Backofens mit den Merkmalen des Anspruchs 10, 14, 16 oder 20 bis 23. Vorteilhafte sowie bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Ansprüche und werden im Folgenden näher erläutert. Dabei werden manche der Merkmale nur für den Backofen oder nur für eines der Verfahren zu seinem Betrieb beschrieben. Sie sollen jedoch unabhängig davon sowohl für einen solchen Backofen als auch für Verfahren zu seinem Betrieb selbständig und unabhängig voneinander gelten können. Der Wortlaut der Ansprüche wird durch ausdrückliche Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

30 **[0005]** Der Backofen weist eine Muffel, einer Zugangsöffnung zu der Muffel, eine Tür oder einen sonstigen Verschluss zum Verschließen der Zugangsöffnung und mit mindestens zwei Heizeinrichtungen in der Muffel auf. Dabei sind die Heizeinrichtungen elektrisch getrennt nebeneinander und nahe gemeinsam an einer Wandung der Muffel angeordnet, wobei insbesondere nahe als weniger als 5 cm Abstand bedeuten kann. Diese Wandung kann also dadurch definiert sein, dass sie diejenige ist, zu der alle Heizeinrichtungen am nächsten angeordnet sind. Die Wandung kann auch parallel zu einer Ebene verlaufen, in der alle Heizeinrichtungen angeordnet sind. Die Wandung kann im Wesentlichen in einer Fläche verlaufen, vorzugsweise kann sie die Deckenwandung der Muffel bilden. In einem Backofen mit mehreren Muffeln oder temporär durch Garraumteiler trennbaren Muffeln kann diese Wandung ebenfalls explizit eine Zwischendecke sein.

35 **[0006]** Die mindestens zwei Heizeinrichtungen sind als Rohrheizkörper mit einem Widerstandsheizleiter ausgebildet, der vorteilhaft ein elektrischer Widerstandsheizleiter ist. Bevorzugt kann ein Rohrheizkörper entsprechend dem Stand der Technik ausgebildet sein, beispielsweise gemäß der DE 102009048495 A1. Die Muffel ist in nebeneinander angeordnete Zonen aufgeteilt, wobei mindestens so viele Heizeinrichtungen wie Zonen vorhanden sind und eine Grenze zwischen zwei direkt nebeneinander benachbarten Zonen zwischen der Projektion zweier direkt nebeneinander benachbarter Heizeinrichtungen verläuft. Vorteilhaft verläuft eine Grenze in etwa mittig oder genau mittig zwischen der Projektion zweier direkt nebeneinander benachbarter Heizeinrichtungen. Dies kann davon abhängen, wie stark benachbarte Heizeinrichtungen sind bzw. welche Nennleistung sie aufweisen. Die vorhandenen Zonen füllen die Muffel voll aus bzw. die gesamte Muffel ist in diese Zonen aufgeteilt. Dabei überlappt keine der benachbarten Zonen einander bzw. die Zonen sind vorzugsweise strahlungsthermisch getrennt voneinander, wobei sie dabei direkt aneinander angrenzen können.

40 **[0007]** Jede Heizeinrichtung kann separat angesteuert werden, wobei der Backofen eine Ofensteuerung und eine Leistungsversorgung für jede der Heizeinrichtungen aufweist. Dabei ist die Ofensteuerung ausgebildet für eine Bestimmung oder eine Berechnung einer Temperatur mindestens einer Heizeinrichtung und/oder in der Muffel. Die Leistungsansteuerung kann wie üblich ausgebildet sein und Schaltmittel aufweisen, beispielsweise Halbleiterschalter oder Relais.

45 **[0008]** Durch die Aufteilung in Zonen ist es möglich, mehrere Gargüter in der Muffel gleichzeitig, aber auf verschiedene Art und Weise bzw. zumindest mit unterschiedlichen Temperaturen zuzubereiten. Dies ermöglicht eine neue Art der Zubereitung von Speisen bzw. Gerichten, die aus mehreren Gargütern wie beispielsweise Entenbraten, Rotkraut und Knödel bestehen. Besonders vorteilhaft kann vorgesehen sein, dass alle verschiedenen Gargüter gleichzeitig in die Muffel eingebracht werden können und nach gleicher Gardauer, aber mit unterschiedlichen Gartemperaturen, fertig

sind. Vorteilhaft sind die Zonen nicht direkt voneinander getrennt, weisen also keine Unterteilungen, Wandungen odgl. zwischen sich auf. Dies macht den Aufbau des Backofens einfacher.

**[0009]** In Ausgestaltung der Erfindung kann oberhalb mindestens eines Rohrheizkörpers ein Reflektor angeordnet sein, insbesondere an der vorgenannten naheliegenden Wandung der Muffel. Insbesondere ist ein Reflektor gewölbt ausgebildet, vorteilhaft so, dass die von dem Rohrheizkörper erzeugte Wärmestrahlung in Richtung weg von der Wandung und besonders vorteilhaft innerhalb der dieser Heizeinrichtung entsprechenden Zone strahlt, sie also in einer Art Kanal mit bestimmter Breite ist. Bevorzugt ist oberhalb jedes Rohrheizkörpers ein Reflektor angeordnet, der für jeden Rohrheizkörper genau passend ausgebildet sein kann.

**[0010]** Die Heizeinrichtungen als Rohrheizkörper können gleiche Nennleistung und/oder gleichen Außendurchmesser aufweisen. So können gleiche Komponenten verwendet werden. Sie können aber auch unterschiedlich sein, also unterschiedliche Nennleistung und/oder unterschiedlichen Außendurchmesser aufweisen. Beispielsweise kann mindestens ein Rohrheizkörper höhere Nennleistung aufweisen als die anderen. Dabei können mindestens zwei, vorteilhaft drei oder mehr, Heizeinrichtungen nebeneinander vorgesehen sein. Entweder kann eine mittlere Heizeinrichtung oder eine seitliche Heizeinrichtung eine höhere Nennleistung und/oder einen größeren Außendurchmesser aufweisen als die beiden äußeren Heizeinrichtungen, die insbesondere dann gleiche Nennleistung und/oder Außendurchmesser aufweisen.

**[0011]** Bevorzugt definiert jede Heizeinrichtung eine eigene Zone in der Muffel, wobei diese Zone durch hauptsächlich diese Heizeinrichtung beheizbar ist. Eine Zone kann dabei definiert sein durch den Bereich, den eine Heizeinrichtung mit ihrer Strahlungsrichtung senkrecht weg von der Wandung, an bzw. nahe der diese Heizeinrichtung angeordnet ist, hauptsächlich beheizt. Die Zonen können gleichbleibende Breite aufweisen in Richtung weg von den Heizeinrichtungen.

**[0012]** In Ausgestaltung der Erfindung kann mindestens ein Lüfter für die Muffel vorgesehen sein, wobei es vorzugsweise ein Lüfter mit ihm direkt zugeordneter Lüfterheizung ist wie er von Heißluft-Backöfen bekannt ist. Insbesondere kann dafür ein einziger solcher Lüfter vorgesehen und in einer einzigen Zone angeordnet sein, alternativ kann der Lüfter einen Luftstrom erzeugen, der zu mehr als 50 % nur in eine der Zonen direkt hinein strömt. Ein solcher Lüfter kann an einer Rückwand der Muffel angeordnet sein. Weitere Lüfter mit anderen Funktionen können vorgesehen sein, beispielsweise als Abzugslüfter und/oder sogenannte Wrasenlüfter, die vorne über der Tür Luft ausblasen. Damit kann vor allem Feuchtigkeit aus der Muffel entfernt werden.

**[0013]** In Ausgestaltung der Erfindung kann mindestens ein Temperaturbestimmungsmittel für eine Temperatur in der Muffel vorgesehen sein, das mindestens einen Temperatursensor aufweist. Dieser kann zur Temperaturmessung mittels eines temperaturveränderlichen elektrischen Widerstands ausgebildet sein.

**[0014]** In einer ersten Ausbildung ist der Temperatursensor als diskreter Temperatursensor separat und getrennt von den Widerstandsheizleitern der Rohrheizkörper ausgebildet. So ist er unabhängig von deren Ausgestaltung und Betrieb. Vorteilhaft ist der Temperatursensor vor einer direkten Einwirkung eines Strahlungs-Wärmestroms durch einen Rohrheizkörper mittels einer Schirmung abgeschirmt, beispielsweise in einem Rohr angeordnet oder von einem Halbrohr gegenüber den Heizeinrichtungen abgedeckt. Dieser diskrete Temperatursensor kann vorteilhaft an einem Befestigungsmittel für eine der Heizeinrichtungen in der Muffel angeordnet sein, wobei der Temperatursensor von diesem Befestigungsmittel in die Muffel hinein steht bzw. abragt.

**[0015]** In einer zweiten Ausbildung ist der Temperatursensor der Temperatursensor durch die Heizeinrichtung bzw. durch einen Widerstandsheizleiter eines Rohrheizkörpers gebildet, der wie üblich einen temperaturabhängigen elektrischen Widerstand aufweist. Daraus können dann, wenn der Rohrheizkörper nicht heizt bzw. nicht betrieben wird, auf bekannte Art und Weise der elektrische Widerstand und somit die Temperatur bestimmt werden.

**[0016]** In Ausgestaltung der Erfindung können die Rohrheizkörper mit schleifenförmigem oder mäanderförmigem Verlauf ausgebildet sein, insbesondere können sie sozusagen doppelt verlaufen. Dabei kann jeder Rohrheizkörper mindestens zwei Längsabschnitte aufweisen, die schleifenförmig nebeneinander und aneinander anschließend ausgebildet sind. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung können mindestens zwei Heizeinrichtungen die gleiche Form bzw. den gleichen Verlauf aufweisen, was wiederum eine Vereinfachung sein kann.

**[0017]** Mindestens zwei Heizeinrichtungen können unterschiedliche Form bzw. Verlauf aufweisen, wobei in einer Ausbildung mindestens drei Heizeinrichtungen nebeneinander vorgesehen sind und eine mittlere Heizeinrichtung eine andere Form bzw. einen anderen Verlauf aufweist als die beiden äußeren Heizeinrichtungen. Diese können insbesondere gleiche Form bzw. Verlauf aufweisen.

**[0018]** In Ausgestaltung der Erfindung kann mindestens ein Abzugslüfter für einen Luftstrom aus der Muffel heraus an die Außenumgebung vorgesehen sein, wie zuvor angesprochen worden ist. Eine Abzugsluftführung kann von der Muffel zu dem Abzugslüfter und von dort an die Außenumgebung vorgesehen sein, der Abzugslüfter kann also zwischendrin vorgesehen sein.

**[0019]** In einer ersten Ausbildung der Erfindung kann ein einziger Abzugslüfter für die gesamte Muffel bzw. den gesamten Backofen vorgesehen sein, wobei die Abzugsluftführung einen Abzugsluftzweig für jede Heizeinrichtung bzw. für jede Zone aufweist, die jeweils von der Wandung abgehen, zu der die Heizeinrichtung am nächsten liegt. Dabei kann für jede Heizeinrichtung bzw. für jede Zone eine eigene separate Abzugsklappe zu dem Abzugsluftzweig vorgesehen

sein, wobei jede Abzugsklappe separat betätigbar ist zum Öffnen und zum Schließen. So können eine Abzugsfunktion und ein Abzug für jede Zone separat und individuell eingestellt werden.

**[0020]** In einer zweiten Ausbildung der Erfindung kann pro Heizeinrichtung bzw. pro von jeder Heizeinrichtung gebildeten Zone ein eigenständiger separater Abzugslüfter mit je einer Abzugsluftführung vorgesehen sein. Dann ist für jede Zone bzw. für jede Heizeinrichtung ein eigener Abzugsluftzweig oder eine eigene separate Abzugsklappe zu dem Abzugsluftzweig vorgesehen. Auch so sind Abzugsfunktion und Abzug für jede Zone separat und individuell einstellbar.

**[0021]** Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb eines zuvor beschriebenen Backofens werden die Heizeinrichtungen derart eingeschaltet und ausgeschaltet, dass zu keinem Zeitpunkt zwei oder mehr Heizeinrichtungen gleichzeitig eingeschaltet werden oder zwei oder mehr Heizeinrichtungen gleichzeitig ausgeschaltet werden. Vorteilhaft sind dies diejenigen Heizeinrichtungen, die nebeneinander und nahe bzw. mit weniger als 5 cm Abstand an der gemeinsamen Wandung der Muffel angeordnet sind. So können Vorschriften für sogenanntes Flickern und die Netzrückwirkungen eingehalten werden, damit nicht zu hohe Gesamtleistungen gleichzeitig geschaltet werden. Es können noch weitere Heizeinrichtungen beispielsweise für Unterhitze vorgesehen sein, die an dem erfindungsgemäßen Verfahren teilnehmen können, damit die vorgenannten Vorschriften eingehalten werden können, oder die völlig unabhängig arbeiten.

**[0022]** In Ausgestaltung der Erfindung können bestimmte Schaltzyklen durchgeführt werden für mindestens zwei Heizeinrichtungen oder für genau drei Heizeinrichtungen, vorteilhaft für alle Heizeinrichtungen, die an einer Wandung angeordnet sind und die die Einteilung der Muffel in Zonen bewirken. Beim Ausschalten einer Heizeinrichtung kann gleichzeitig eine andere Heizeinrichtung eingeschaltet werden. Zusätzlich oder alternativ kann beim Einschalten einer Heizeinrichtung gleichzeitig eine andere Heizeinrichtung ausgeschaltet werden. Dabei ist vorteilhaft vorgesehen, dass eine Heizeinrichtung innerhalb eines Schaltzyklus nicht mehr als einmal eingeschaltet und nicht mehr als einmal ausgeschaltet wird.

**[0023]** In weiterer Ausgestaltung der Erfindung können bei mindestens drei Zonen die Einschalt-Zeitpunkte und Ausschalt-Zeitpunkte der zugehörigen Heizeinrichtungen nicht nur wie zuvor beschrieben sondern zusätzlich noch derart bestimmt werden, dass zu keinem Zeitpunkt alle Heizeinrichtungen eingeschaltet sind. Vorteilhaft sind zu keinem Zeitpunkt mehr als zwei Heizeinrichtungen eingeschaltet, so dass die gesamte Leistungszufuhr beschränkt ist.

**[0024]** In einer Ausgestaltung der Erfindung kann ein Schaltzyklus mindestens 5 sec oder mindestens 8 sec dauern, insbesondere kann er maximal 40 sec dauern. Vorzugsweise kann ein Schaltzyklus länger dauern, je mehr Heizeinrichtungen während dieses Schaltzyklus ein- und ausgeschaltet werden. Dabei kann die Dauer eines Schaltzyklus permanent von der Steuerung an die Anzahl der Heizeinrichtungen angepasst werden, die nicht dauerhaft eingeschaltet oder ausgeschaltet sind.

**[0025]** Ein Schaltzyklus beim Betrieb einer einzigen Heizeinrichtung kann 5 sec bis 15 sec betragen. Beim Betrieb von zwei Heizeinrichtungen kann er 15 sec bis 25 sec betragen. Beim Betrieb von drei Heizeinrichtungen kann er 25 sec bis 35 sec betragen.

**[0026]** Bei einem weiteren erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb eines zuvor beschriebenen Backofens werden die im folgenden erläuterten Schritte durchgeführt. In einem Schritt A wird die Temperatur mindestens einer Heizeinrichtung bestimmt, vorzugsweise mehrerer Heizeinrichtungen oder aller Heizeinrichtungen. Dies kann insbesondere sozusagen theoretisch durch Erfassen der Dauer und der Leistung des Betriebs aller Heizeinrichtungen des Backofens erfolgen, mit der die Heizeinrichtung durchschnittlich dauerhaft betrieben wird bzw. die eine Nennleistung ist. Dabei kann davon ausgehend die Temperatur anhand von abgespeicherten Werten berechnet werden, die vorteilhaft in einer Tabelle oder in einer Kennlinie abgespeichert sind. Wenn also sozusagen die aufgewendete Energie über der Zeit bekannt ist kann deren Temperatur bestimmt werden.

**[0027]** In einem nächsten Schritt B kann eine Lufttemperatur, die für die Wärmeübertragung durch Konvektion auf ein Gargut relevant ist, in der Muffel gemessen werden. Dies erfolgt vorteilhaft in mindestens einer Zone, vorzugsweise in allen Zonen der Muffel. Dafür wird vorteilhaft mindestens ein diskreter Temperatursensor in der Muffel verwendet, der zusätzlich zu den Heizeinrichtungen in der Muffel angeordnet ist und dessen gemessene Temperatur zusätzlich berücksichtigt wird. Dabei können vorzugsweise mehrere diskrete Temperatursensoren in der Muffel verwendet werden, was die Genauigkeit erhöhen kann. Dabei kann jeweils ein Temperatursensor einer Zone zugeordnet sein. Es können mehr als ein Temperatursensor, aber weniger Temperatursensoren als Zonen vorhanden sein, alternativ auch mehr Temperatursensoren als Zonen. Dabei kann mittels der Temperatursensoren ein Temperaturverlauf in der Muffel berechnet werden, und daraus kann eine Zuordnung des Temperaturverlaufs zu den Zonen bestimmt werden. Somit hat die Ofensteuerung die Information zur Lufttemperatur in jeder Zone. Bevorzugt kann die Lufttemperatur in der Muffel an genau zwei Stellen gemessen werden.

**[0028]** In einem nächsten Schritt C kann eine Temperatur des zu garenden Garguts an dessen Außenseite in einer Zone aufgrund eines von der Heizeinrichtung direkt ausgehenden Strahlungs-Wärmestroms und aufgrund eines von der Heizeinrichtung über die Luft ausgehenden Konvektions-Wärmestroms berechnet werden. Diese Temperatur kann auch als diejenige Temperatur angesehen werden, die an dieser Stelle oder in diesem Bereich auf das Gargut einwirkt. Dabei kann ausgehend von der in Schritt A bestimmten Temperatur einer Heizeinrichtung der Einfluss des Strahlungs-

Wärmestroms anhand von abgespeicherten Werten bestimmt werden. Ausgehend von der in Schritt B gemessenen Lufttemperatur kann der Einfluss des Konvektions-Wärmestroms bestimmt werden. Dies kann jeweils durch die Ofensteuerung bestimmt werden.

**[0029]** In einem weiteren Schritt D kann die Leistung mindestens einer Heizeinrichtung bestimmt und ggf. angepasst werden, vorzugsweise aller betriebenen Heizeinrichtungen. Dies kann erfolgen aufgrund eines Vergleichs zwischen vorgegebener Temperatur und im vorgenannten Schritt C berechneter Temperatur, um so die berechnete Temperatur an die vorgegebene Temperatur durch Einstellen der Leistung mindestens einer der Heizeinrichtungen oder aller Heizeinrichtungen heranzuführen. Dies kann vorzugsweise für jede Zone getrennt durchgeführt werden.

**[0030]** So ist es mit dieser Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich, ein temperaturgesteuertes Garen von Gargut in jeder Zone durchzuführen. Damit kann ein Garprozeß gesteuert und gut durchgeführt werden.

**[0031]** In Ausbildung der Erfindung kann ein Anpassen der Leistung der mindestens einen Heizeinrichtung mittels PWM mit einem Schaltzyklus und Schaltzyklus-Abschnitten bzw. mit einem zuvor beschriebenen Verfahren durchgeführt werden. Dabei können die Schaltzyklus bzw. Schaltzyklus-Abschnitte auch angepasst werden.

**[0032]** In alternativer Ausbildung der Erfindung kann eine Leistung der mindestens einen Heizeinrichtung durch eine Phasenanschnitts-Steuerung oder eine Phasenabschnitts-Steuerung oder durch eine Pulspaketsteuerung eingestellt bzw. angepasst werden.

**[0033]** Vorteilhaft kann bei Schritt A die Temperatur einer Heizeinrichtung berechnet wird mittels der folgenden Formel:

$$T(t) = T(t-1s) + DF(P) * [T_{\text{steady}}(P) - T(t-1s)]$$

**[0034]** Dabei ist  $T(t)$  die Temperatur der Heizeinrichtung zum Zeitpunkt  $t$ , vorteilhaft an ihrer Außenseite,  $T(t-1\text{sec})$  ist die Temperatur der Heizeinrichtung 1 sec zuvor,  $DF(P)$  ist ein Verzögerungsfaktor, der von der aktuellen Leistung der Heizeinrichtung abhängt, und  $T_{\text{steady}}(P)$  ist die Temperatur im Dauerbetrieb bzw. im eingeschwungenen oder konstanten Zustand der Heizeinrichtung, die von der aktuellen Leistung der Heizeinrichtung abhängt.

**[0035]** Vorteilhaft kann bei Schritt C die Temperatur für jeweils ein Gargut in jeweils einer Zone mittels der folgenden Formel berechnet werden:

$$T_{\text{food}}(t) = a * (T_{\text{THE}}^4 - T_{\text{food}}^4(t-1s)) + T_{\text{air}}$$

**[0036]** Dabei ist  $T_{\text{food}}(t)$  die Temperatur des Garguts an dessen Außenseite bzw. die Temperatur, die auf das Gargut einwirkt und es beeinflusst,  $T_{\text{THE}}$  die Temperatur der Heizeinrichtung,  $T_{\text{food}}(t-1\text{ sec})$  die vorgenannte Temperatur des Garguts 1 sec zuvor, und  $T_{\text{air}}$  die zuvor gemäß Schritt B bestimmte Lufttemperatur, und  $a$  ist ein backofenspezifischer Faktor, der entweder empirisch durch Versuche ermittelt worden ist oder der durch Simulation ermittelt worden ist, insbesondere herstellenseitig ermittelt und einprogrammiert worden ist.

**[0037]** Vorteilhaft kann die Temperatur  $T_{\text{air}}$  berechnet werden, indem mittels eines vorgenannten Temperatursensors dessen Temperatur  $T_{\text{Sensor}}$  gemessen wird. Diese Temperatur  $T_{\text{Sensor}}$  kann mit einer Offset-Temperatur korrigiert wird bzw. beaufschlagt werden, um von dem Ort, an dem der Temperatursensor angeordnet ist, auf die Temperatur an dem gewünschten Ort zu schließen. Dies ist ein an sich bekanntes Verfahren.

**[0038]** Vorteilhaft kann bei Schritt D die Leistung mittels der folgenden Formel berechnet werden:

$$P = K_p * (T_{\text{desired}} - T_{\text{actual}})$$

**[0039]** Dabei ist  $K_p$  die Proportional-Verstärkung,  $P$  die eingestellte mittlere Leistung der Heizeinrichtung,  $T_{\text{desired}}$  die vorgegebene Temperatur für das Gargut in dieser Zone, und  $T_{\text{actual}}$  ist die berechnete Temperatur des Garguts in dieser Zone gemäß Schritt D.

**[0040]** In vorteilhafter Ausbildung der Erfindung kann anstelle eines reinen Proportional-Reglers ein Regler mit einem I-Anteil und/oder einem D-Anteil verwendet werden, vorzugsweise als PID-Regler. Dieser sorgt für ein überschwingungsfreies Einregeln.

**[0041]** Bei einem weiteren erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb eines zuvor beschriebenen Backofens wird ein Lüfter für die Muffel verwendet, um die Temperatur in mindestens einer der Zonen durch Einschalten des Lüfters oder durch verstärkten Betrieb des Lüfters zu senken. Dies wird vorteilhaft dann gemacht, wenn diese Zone von dem Lüfter stärker mit Luft beaufschlagt wird als die anderen Zonen oder wenn sie momentan mit einem vergleichsweise höheren Strahlungs-Wärmestrom beaufschlagt wird. Alternativ kann dies erfolgen um die Temperatur in mindestens

einer der Zonen durch verstärkten Betrieb des Lüfters oder durch Einschalten des Lüfters anzuheben, wenn dies jeweils für den am Backofen eingestellten Garvorgang als gewünscht anzusehen ist. Dies wird vorteilhaft dann gemacht, wenn diese Zone von dem Lüfter stärker mit Luft beaufschlagt wird als die anderen Zonen oder wenn sie momentan mit einem vergleichsweise niedrigeren Strahlungs-Wärmestrom beaufschlagt wird.

**[0042]** Vorteilhaft kann eine Zone mit starker Strahlungsbeheizung durch Einschalten oder verstärkten Betrieb des Lüfters gekühlt werden. Dann muss mit dem Lüfter auch keine stark aufgeheizte Luft auf das Gargut geblasen werden, sondern sozusagen nur Luft.

**[0043]** Eine Zone mit geringer oder keiner Strahlungsbeheizung kann durch Einschalten oder verstärkten Betrieb des Lüfters erwärmt werden, weil die Wärme aus einer anderen Zone dorthin geblasen wird. Alternativ kann der Lüfter mit einer eigenen Heizung versehen sein und somit heiße oder stark aufgeheizte Luft in die Zone blasen, sie also aufheizen.

**[0044]** In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann ein Schaltzyklus für einen Betrieb der Heizeinrichtungen mit einer PWM in gleich lange Schaltzyklus-Abschnitte unterteilt sein. Dies können 7 bis 15 Schaltzyklus-Abschnitte sein, insbesondere 9 Schaltzyklus-Abschnitte.

**[0045]** In Ausbildung der Erfindung kann im Fall eines Betriebs von genau zwei Heizeinrichtungen, deren Nennleistung gleich ist und bei denen die aufaddierte gewünschte Leistung geringer ist als die Nennleistung einer einzigen Heizeinrichtung, zuerst nur eine erste Heizeinrichtung für so viele Schaltzyklus-Abschnitte betrieben werden, dass sie für die restlichen Schaltzyklus-Abschnitte des gesamten Schaltzyklus nicht mehr betrieben werden muss. Danach wird gleichzeitig mit dem Ausschalten dieser ersten Heizeinrichtung die andere zweite Heizeinrichtung eingeschaltet und für so viele Schaltzyklus-Abschnitte betrieben, dass sie für die restlichen Schaltzyklus-Abschnitte des gesamten Schaltzyklus nicht mehr betrieben werden muss. Dann beginnt der Schaltzyklus wieder von vorne.

**[0046]** In vorteilhafter Ausbildung der Erfindung kann im Fall eines Betriebs von genau zwei Heizeinrichtungen, deren Nennleistung gleich ist und deren gewünschte Leistung aufaddiert höher ist als die Nennleistung einer einzigen Heizeinrichtung, zuerst nur eine erste Heizeinrichtung für so viele Schaltzyklus-Abschnitte betrieben werden, dass sie für die restlichen Schaltzyklus-Abschnitte des gesamten Schaltzyklus nicht mehr betrieben werden muss. Dabei wird vor dem Ausschalten dieser ersten Heizeinrichtung die andere zweite Heizeinrichtung eingeschaltet, wobei sie insbesondere zu einem solchen Zeitpunkt eingeschaltet werden kann, dass bei ihrem Ausschalten nach erreichter Anzahl von Schaltzyklus-Abschnitten die erste Heizeinrichtung gleichzeitig eingeschaltet wird. Vor dem Ausschalten der ersten Heizeinrichtung kann bevorzugt die andere zweite Heizeinrichtung eingeschaltet werden. Das kann zu einem solchen Zeitpunkt erfolgen, dass bei ihrem Ausschalten nach Erreichen einer vorgegebenen Anzahl von Schaltzyklus-Abschnitten die erste Heizeinrichtung nicht gleichzeitig mit der zweiten Heizung abgeschaltet wird.

**[0047]** In Weiterbildung der Erfindung kann im Fall eines Betriebs von genau drei Heizeinrichtungen, deren Nennleistung auch jeweils gleich ist, mindestens eine erste Heizeinrichtung ausgeschaltet werden, wenn eine andere zweite Heizeinrichtung gleichzeitig eingeschaltet wird. Sie werden also sozusagen ablösend geschaltet. Eine dritte Heizeinrichtung wird wiederum genau dann zu dem Zeitpunkt eingeschaltet, wenn die zweite Heizeinrichtung ausgeschaltet wird. Dabei können vorzugsweise zu keinem Zeitpunkt zwei Heizeinrichtungen oder mehr gleichzeitig eingeschaltet werden oder gleichzeitig ausgeschaltet werden. So können Flicker-Vorschriften wegen der Netzurückwirkungen eingehalten werden.

**[0048]** In vorteilhafter Ausbildung der Erfindung kann zum Betrieb eines zuvor beschriebenen Backofens oder als Weiterbildung eines zuvor beschriebenen Verfahrens in den verschiedenen Zonen vorgesehen werden, dass unterschiedliche Gargüter in der Muffel gegart werden. Dabei können dafür unterschiedliche mittlere Leistungen an den Heizeinrichtungen zu unterschiedlichen Zeiten von der Ofensteuerung angesteuert werden: Zu Beginn eines Zubereitungsvorgangs kann einmal bzw. als ein Vorgang ein Gargutträger mit den verschiedenen Gargütern darauf durch die Zugangsöffnung in die Muffel eingebracht werden. Vorteilhaft wird also kein Gargut nachträglich eingebracht. Nach Ende des Zubereitungsvorgangs kann der Gargutträger mit den fertig gegarten Gargütern darauf entnommen werden, so dass vorzugsweise alle Gargüter mit gleicher Betriebsdauer des Backofens, aber unterschiedlicher Gartemperatur gegart werden.

**[0049]** Bei einem weiteren Verfahren zum Betrieb eines zuvor beschriebenen Backofens oder als Weiterbildung eines zuvor beschriebenen Verfahrens können in den verschiedenen Zonen unterschiedliche Gargüter gegart werden. Dafür können unterschiedliche mittlere Temperaturen in den Zonen zu unterschiedlichen Zeiten von der Ofensteuerung eingestellt werden. So kann auch hier zu Beginn eines Zubereitungsvorgangs einmal ein Gargutträger mit den verschiedenen Gargütern darauf durch die Zugangsöffnung in die Muffel eingebracht werden, also mit allen Gargütern, die zubereitet werden sollen. Nach Ende des Zubereitungsvorgangs kann der Gargutträger mit den fertig gegarten Gargütern darauf entnommen werden. Dabei können wiederum alle Gargüter mit gleicher Betriebsdauer des Backofens, aber unterschiedlicher Gartemperatur gegart werden, oder auch pro Gargut mit unterschiedlichen Temperaturen für unterschiedliche Zeitdauern, wobei die Summenzeit aus verschiedenen Temperaturabschnitten für alle Zonen wiederum gleich ist. So ist das Garverfahren sehr einfach für den Benutzer.

**[0050]** Um einen vorbeschriebenen Backofen zu betreiben kann vorgesehen sein, dass mittels des mindestens einen vorgenannten Abzugslüfters die Temperatur in der dem Abzugslüfter oder einer Abzugsklappe zugeordneten Zone

gesenkt wird, also verringert wird. Gleichzeitig wird dabei die Luftfeuchtigkeit verringert durch verstärktes Absaugen oder Abführen von Luft aus dieser Zone. Alternativ kann mittels des mindestens einen Abzugslüfters die Temperatur in derjenigen Zone, die diesem Abzugslüfter oder einer Anzugsklappe zugeordnet ist, erhöht werden. Dabei kann gleichzeitig die Luftfeuchtigkeit durch verringertes Absaugen oder Abführen von Luft aus dieser Zone erhöht werden, wobei dies vorzugsweise durch Stoppen des Betriebs des Abzugslüfters oder Schließen der Abzugsklappe erfolgt.

**[0051]** In Ausgestaltung der Erfindung kann der Benutzer ein Gericht basierend auf der Kombination mehrerer Gargüter an der Ofensteuerung oder einem externen Eingabegerät auswählen. Damit kann die Ofensteuerung den Betrieb der verschiedenen Heizeinrichtungen vorbereiten und dann durchführen. Dabei ist es möglich, dass die Prozessdaten für dieses Gericht von einer Cloud oder aus dem Internet in die Backofensteuerung geladen werden, sie müssen also nicht schon in der Ofensteuerung abgespeichert sein. Dafür hat die Ofensteuerung eine Verbindung an das Internet, was leicht zu realisieren ist.

**[0052]** Bei einem weiteren Verfahren zum Betrieb eines zuvor beschriebenen Backofens oder als Weiterbildung eines zuvor beschriebenen Verfahrens kann der Benutzer manuell, also ohne ein zuvor beschriebenes Verfahren für einen Garprozess, für jede der Zonen separat eine Temperatur einstellen. So wird auf ein automatisiertes Verfahren verzichtet. Diese eingestellte Temperatur kann wie zuvor beschrieben von der Ofensteuerung eingeregelt werden. Die Überwachung einer Temperatur für die Regelung kann auf eine der zuvor genannten Möglichkeiten erfolgen. In möglicher Weiterbildung der Erfindung kann lediglich eine der ausgebildeten Zonen betrieben werden, um so möglichst energiesparend eine kleine Menge Lebensmittel zu garen. Dies geht beispielsweise für das Auftauen eines einzigen Brötchens odgl..

**[0053]** In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann der Gargutträger nahe an den Heizelementen platziert werden, vorteilhafterweise näher als 15cm oder sogar maximal 10cm weit entfernt. Dadurch kann vor allem das zu erheizende Volumen stark verkleinert werden, was ein schnelleres und energieeffizientes Garen bzw. Zubereiten ermöglicht. Durch den kurzen Abstand zwischen Gargutträger und Heizelementen ist außerdem die Intensität der Strahlungswärme höher.

**[0054]** Mindestens ein Heizelement kann mindestens eine Oberflächenbelastung von 5,0W/cm<sup>2</sup>, aufweisen. Dies ist eine relativ hohe Oberflächenbelastung. Besonders vorteilhaft kann die Oberflächenbelastung bei bis zu 8,0W/cm<sup>2</sup> liegen, so dass vor allem ein sehr hoher Anteil an Wärmestrahlung erzeugt werden kann, der sehr gut gerichtet erzeugt werden kann.

**[0055]** Diese und weitere Merkmale gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei einer Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird. Die Unterteilung der Anmeldung in einzelne Abschnitte und Zwischen-Überschriften beschränkt die unter diesen gemachten Aussagen nicht in ihrer Allgemeingültigkeit.

### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0056]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen schematisch dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine Schrägansicht von vorne auf einen erfindungsgemäßen Backofen mit geöffneter Tür zur Muffel,
- Fig. 2 eine Ansicht von vorne und von leicht unten in die Muffel hinein, an deren Deckenwandung drei Heizeinrichtungen mit Rohrheizkörpern angeordnet sind,
- Fig. 3 eine schematische Ansicht in den Backofen entsprechend Fig. 2 von vorne mit eingebrachtem Backblech mit Unterteilung in drei Zonen unterhalb jeder Heizeinrichtung, in der jeweils ein Gargut angeordnet ist,
- Fig. 4 eine Ansicht von unten auf die Deckenwandung der Muffel mit den drei Heizeinrichtungen,
- Fig. 5 ein Bedienfeld an dem Backofen, um Temperaturen manuell einstellen zu können,
- Fig. 6 eine Darstellung von verschiedenen Verläufen der Temperatur über der Zeit abhängig von der Heizleistung an der Oberfläche einer Heizeinrichtung,
- Fig. 7 der Verlauf der auf Dauer erreichten Temperatur links bzw. eines Verzögerungsfaktors rechts abhängig von der dauerhaften Leistung der Heizeinrichtung,
- Fig. 8 bis 10 Schaltzyklen mit verschiedenen Schaltzyklus-Abschnitten für zwei oder für drei Rohrheizkörper.

### Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0057]** In der Fig. 1 ist ein Backofen 11 dargestellt mit einem Gehäuse 12 und einer Muffel 14 darin. Die Muffel 14 kann wie üblich mittels einer Backofentür 15 verschlossen werden. Oberhalb der Backofentür 15 ist eine Bedieneinrichtung 17 vorgesehen, vorteilhaft mit Anzeige, die intern eine Ofensteuerung 19 aufweist. An einer Rückwand der Muffel 14 ist ein Lüfter 21 vorgesehen, der wie üblich für einen Umluft- und Heißluft-Backofen ausgebildet ist. Erweist als Heißluft-Backofen zusätzlich eine hier nicht dargestellte Lüfterheizung auf, um aufgeheizte Luft in die Muffel 14 einblasen

zu können. Dies ist zuvor erläutert worden. Vor dem Lüfter 21 ist ein übliches Lüftergitter 22 vorgesehen, hier ist es rund ausgebildet. An den Seitenwänden der Muffel 14 sind mehrere Einschubschienen 24 ausgebildet. Sie können entweder durch entsprechendes Prägen der Metallwand hergestellt werden, alternativ können es separate Schienen sein, die mittels Schrauben oder Einhängen befestigt werden können.

**[0058]** Die Vorderansicht der Fig. 2 zeigt, wie auf an sich übliche Art und Weise die Einschubschienen 24 horizontal und parallel zueinander an den beiden Seitenwänden der Muffel 14 angeordnet sind. An der Rückwand ist der Lüfter 21 mit dem Lüftergitter 22 angeordnet, vorteilhaft etwa auf mittlerer Höhe.

**[0059]** Auf an sich bekannte Art und Weise sind knapp unterhalb der Deckenwandung der Muffel 14 die Heizeinrichtungen angeordnet, und zwar drei separate Rohrheizkörper 26a, 26b und 26c. Sie sind in der Ansicht von unten in Fig. 4 genauer dargestellt. Die Rohrheizkörper 26a bis 26c sind durch gleich dicke Rohrheizkörper gebildet und verlaufen jeweils in einer gedoppelten Schleife. Der mittlere Rohrheizkörper 26b ist etwas kürzer von der Gesamtlänge her und kann somit eine geringere elektrische Leistung aufweisen, was aber nicht zwingend ist. Die Rohrheizkörper 26a bis 26c weisen auch alle die gleiche Oberflächenleistung bzw. die gleiche Heizleistung pro Längeneinheit auf. Wie aus der Fig. 4 auch zu ersehen ist, sind sie gemeinsam an einem üblichen Halteblech 28 befestigt. Dieses wiederum kann mittels Schrauben an der Rückseite der Muffel 14 befestigt werden. An den hinten abstehenden elektrischen Anschlüssen kann erkannt werden, dass alle drei Rohrheizkörper 26a bis 26c separat elektrisch kontaktiert und somit separat und getrennt voneinander angesteuert werden können bzw. mit Leistung versorgt werden können. Sie werden vorteilhaft taktend betrieben, also entweder mit voller Leistung eingeschaltet oder ausgeschaltet. Dies wird nachfolgend noch näher erläutert.

**[0060]** Mit gestrichelten Linien sind in Fig. 3 zwei Zonengrenzen ZG<sub>ab</sub> und ZG<sub>bc</sub> dargestellt, die jeweils mittig zwischen den Rohrheizkörpern 26a bis 26c verlaufen. Sie verlaufen zumindest mittig zwischen deren größten Teil der Längserstreckung, wo sie parallel zueinander sind. Ihre genaue Position hängt aber nicht nur von der Geometrie und Anordnung der Rohrheizkörper 26a bis 26c ab, sondern auch bzw. womöglich überwiegend davon ab, wie deren Heizleistung ist. Die drei durch die Zonengrenzen ZG<sub>ab</sub> und ZG<sub>bc</sub> gebildeten Zonen Z<sub>a</sub>, Z<sub>b</sub> und Z<sub>c</sub> können hier gleich breit ausgebildet sind. Weisen die Rohrheizkörper 26a bis 26c aber deutlich unterschiedliche Nennleistung auf, so können sie auch unterschiedlich breit sein bzw. eine Zone, in der ein Rohrheizkörper mit größerer Nennleistung angeordnet ist, wird breiter sein als eine Zone, in der ein Rohrheizkörper mit geringerer Nennleistung angeordnet ist. Die Zonengrenzen ZG und somit auch die Zonen Z<sub>a</sub>, Z<sub>b</sub> und Z<sub>c</sub> verlaufen an sich gleichmäßig und parallel zueinander in Richtung senkrecht weg von der Deckenwandung der Muffel 14. Die einzelnen Zonen schließen direkt aneinander an, überlappen aber eigentlich nicht, wobei dies eine teilweise theoretische Betrachtung ist. Es lässt sich in der Praxis nicht immer vermeiden, dass ein Rohrheizkörper aus einer Zone in eine andere Zone hinein Wärme abgibt bzw. strahlt. In der Fig. 3 ist die Wärmestrahlung durch die geraden und nach unten gerichteten Pfeile verdeutlicht, wo üblicherweise Gargut angeordnet ist. Die Wärmeerzeugung durch Konvektion, also durch die erhitzte Luft, ist durch die gewellten Pfeile dargestellt.

**[0061]** In der Fig. 2 ist noch zu erkennen, wie im oberen Bereich an der linken Seitenwandung der Muffel 14 ein einfach dargestellter Temperatursensor 30 angeordnet ist. Er kann längliche Rohrform aufweisen, vorteilhaft ist es ein elektrischer Widerstandssensor, beispielsweise als NTC oder PT100 oder PT1000. Er kann ein Schirmblech 31 aufweisen, das ohne direkt mit ihm Kontakt zu haben eine Abschirmung gegen direkte Strahlungshitze von den Rohrheizkörpern 26a bis 26c bildet. Dieser Temperatursensor 30 soll, wie nachfolgend erläutert wird, vor allem dazu dienen, ausschließlich die Lufttemperatur in der Muffel zu erfassen, und zwar am Ort seiner Anordnung. Daraus kann dann, wie eingangs bereits erläutert worden ist, aufgrund bekannter Werte von der Ofensteuerung 19 bei bekannter Dauer und Höhe des Heizbetriebs der Rohrheizkörper eine Temperaturverteilung in der gesamten Muffel 14 berechnet werden.

**[0062]** Eine alternative Anordnung für einen Temperatursensor 30' ist in der Fig. 4 gestrichelt dargestellt. Dieser Temperatursensor 30' kann ebenfalls von dem Halteblech 28 abstehen und zwischen den Rohrheizkörpern 26b und 26c verlaufen. Auch an dieser Stelle wäre ein vorgenanntes Schirmblech sehr vorteilhaft.

**[0063]** In der Fig. 3 ist eine schematisch zu verstehende Vorderansicht auf die Muffel 14 dargestellt, ähnlich Fig. 2. Oberhalb des linken Rohrheizkörpers 26a ist beispielhaft ein gewölbter Reflektor 29 angeordnet, vorteilhaft bestehend aus poliertem Edelstahl. Dieser sorgt auf bekannte Art und Weise dafür, dass die nach oben gerichtete Strahlung des Rohrheizkörpers 26a nach unten reflektiert wird. Des Weiteren kann durch entsprechende Formgebung derartiger Reflektoren 29 oberhalb aller Rohrheizkörper 26a bis 26c eine noch trennschärfere Unterteilung der Zonen Z<sub>a</sub>, Z<sub>b</sub> und Z<sub>c</sub> erfolgen, was ein Überstrahlen eines Rohrheizkörpers in einer Zone in eine benachbarte Zone betrifft. Dieses kann so vermieden werden.

**[0064]** Auch aus der Fig. 3 ist gut zu erkennen, was zuvor erläutert worden ist, dass die Zonengrenzen ZG<sub>ab</sub> und ZG<sub>bc</sub> sowie die entsprechenden Zonen Z<sub>a</sub>, Z<sub>b</sub> und Z<sub>c</sub> in vertikaler Richtung und parallel zueinander verlaufen. Die Zonen überlappen sich nicht, grenzen aber direkt aneinander an. Hier ist auch beispielhaft ein auf Einschubschienen 24 gesetztes Backblech 34 dargestellt, das sich etwas unterhalb der halben Höhe befindet. Links und in dem Bereich in der Zone Z<sub>a</sub> ist ein Gargut G1 darauf angeordnet. In der Mitte des Backblechs 34 in der Zone Z<sub>b</sub> ist ein Gargut G2 angeordnet. Rechts auf dem Backblech 34 in der Zone Z<sub>c</sub> und unterhalb des Rohrheizkörpers 26c ist ein Gargut G3 angeordnet. Die jeweiligen Gargüter G1 bis G3 werden also mit der Konvektions- bzw. Lufttemperatur in der jeweiligen

Zone Z sowie mit Strahlungshitze beaufschlagt, die vor allem von dem in ihrer Zone über ihnen angeordneten Rohrheizkörper 26 kommt.

**[0065]** Aufgrund der seitlich mittigen Anordnung des Lüfters 21 ist deutlich zu erkennen, dass das mittlere Gargut G2 hauptsächlich in dessen Lüftungsrichtung liegt. Dies kann vorteilhaft für ein spezielles Garverfahren genutzt werden. Abhängig vom Vorhandensein und gegebenenfalls Betrieb eines dem Lüfter 21 zugeordneten Lüfterheizers kann entweder zusätzlich noch mehr Wärme in die mittlere Zone Zb auf das Gargut G2 gebracht werden. Alternativ kann ohne Heizen nur durch Betrieb des Lüfters 21 alleine diese mittlere Zone Zb samt Gargut G2 etwas gekühlt werden, wenn dies als angebracht bestimmt wird, insbesondere im Verlauf des durchgeführten Garprozesses.

**[0066]** Gemäß der Darstellung der Fig. 4 kann für den mittleren Rohrheizkörper 26b vorgesehen sein, dass er eine Nennleistung aufweist, die 10 % bis 25 % oder sogar bis 40 % geringer ist als die der beiden anderen Rohrheizkörper 26a und 26c. Somit könnte ein Garprozess ähnlich Fig. 3 vorsehen, dass hier die geringste Temperatur erzeugt werden soll bzw. der geringste Wärmestrom in das entsprechende Gargut G2. Dies entspricht auch den eingegebenen Temperaturen entsprechend Fig. 5, da für die mittlere Zone Zb die geringste Temperatur gewählt wird. Dies muss aber nicht so sein, auch ein seitlicher Rohrheizkörper könnte eine geringere Leistung aufweisen. Ebenso könnte der mittlere Rohrheizkörper 26b eine höhere Leistung aufweisen.

**[0067]** In der Fig. 5 ist dargestellt, wie an der Bedieneinrichtung 17 für die drei Zonen Za, Zb und Zc manuell Temperaturen direkt vorgegeben werden können. Diese entsprechen dann einer bestimmten Betriebsart, beispielsweise "Grill", "Back" oder "Brat". Alternativ kann ein Benutzer an der Bedieneinrichtung 17 eben ein bestimmtes Gericht mit verschiedenen Gargütern wählen, woraufhin an der Bedieneinrichtung 17 für den Benutzer dann die Platzierung der verschiedenen Gargüter links, in der Mitte oder rechts angezeigt werden kann.

**[0068]** Aus der Fig. 5 ist auch noch zu ersehen, dass die Ofensteuerung 19 nicht nur mit der Bedieneinrichtung 17 verbunden ist, sondern auch einen Speicher 20 aufweist. Dieser ist zum einen für die im Folgenden näher erläuterten, eingangs beschriebenen Kennlinien oder Tabellen gedacht. Zum anderen können darin bestimmte Garprozesse für Gargüter oder Gerichte abgespeichert sein und nach Bedarf abgerufen werden.

**[0069]** An sich ist aus der vorstehenden Beschreibung leicht vorstellbar, wie zuerst gemäß dem oben genannten Schritt A die Oberflächentemperatur eines der Rohrheizkörper 26a bis 26c bestimmt wird. Die Fig. 6 zeigt als Anhaltspunkt Verläufe einer Temperatur eines Rohrheizkörpers 26 über der Zeit t, und zwar abhängig von der mittleren, also der dauerhaften oder auf Dauer betrachteten, Leistung P. Die Verläufe der Fig. 6 zeigen offensichtlich einen Rohrheizkörper mit einer Nennleistung von 1.500 W, da bei dessen Betrieb ein gleichmäßiger Anstieg seiner Temperatur mit Abflachung erfolgt. Eine maximal erreichte Temperatur liegt bei etwa 850 °C nach einigen Minuten, und zwar wenn der Rohrheizkörper 26 mit seiner vollen Nennleistung dauerhaft betrieben wird. Dies ist mit dem durchgezogenen Verlauf dargestellt. Für die anderen mittleren Leistungen, die niedriger sind als die Nennleistung, wird der Rohrheizkörper getaktet betrieben, vorteilhaft mit Pulsweitenmodulation, was nachfolgend noch im Detail erläutert wird. Je geringer die mittlere Leistung ist, desto länger dauert es, bis die Temperatur ansteigt und desto geringer ist die auf Dauer erreichte maximale Temperatur. Wie durch die Pfeile im Bereich zwischen 30 sec und 100 sec veranschaulicht ist, kann aus diesem Bereich der Kurve ein Verzögerungsfaktor für eine bestimmte Leistung bestimmt werden. Dieser Verzögerungsfaktor ist in der Fig. 7 noch einmal aufgetragen. Nach rechts zu wird eben die Dauertemperatur erreicht, auch abhängig von der Höhe der mittleren Leistung.

**[0070]** In dem Diagramm der Fig. 7 ist links die Dauertemperatur T über der mittleren Leistung P aufgetragen, also an der linken vertikalen Achse. An der rechten vertikalen Achse ist der Verzögerungsfaktor über der mittleren Leistung P aufgetragen. Während die Temperatur T die obere Kurve ist, ist der Verzögerungsfaktor die untere Kurve. Die untere Kurve ist auch eher eine angenäherte Gerade.

**[0071]** Aus dem Diagramm der Fig. 7 oder einer entsprechenden Tabelle kann die Ofensteuerung 19 beim Betrieb des Backofens 11, also insbesondere mit einem bestimmten vorgegebenen Garprozess oder einem sogenannten Rezept, gemäß dem ersten Schritt A die Temperatur bestimmen, die ein Rohrheizkörper 26 zumindest im Dauerbetrieb selbst aufweist. Der Dauerbetrieb ist hier auf Zeiten von mehr als drei Minuten bezogen, in der Regel ist selbst bei geringen mittleren Leistungen spätestens nach fünf Minuten bis sieben Minuten eine konstante Dauertemperatur erreicht, siehe Fig. 6. Die Temperatur des Rohrheizkörpers 26 ist wichtig, um seine Strahlungsleistung zu bestimmen, also die Menge an Strahlungshitze, die er an ein darunter angeordnetes Gargut G abgibt. Hierfür kann vorteilhaft die eingangs erläuterte Formel für Schritt A verwendet werden.

$$T(t) = T(t - 1s) + DF(P) * [T_{\text{steady}}(P) - T(t - 1s)]$$

**[0072]** Dabei ist T(t) die Temperatur der Heizeinrichtung zum Zeitpunkt t, T(t-1sec) die Temperatur der Heizeinrichtung 1 sec zuvor, und DF(P) der zuvor beschriebene Verzögerungsfaktor, der von der aktuellen Leistung der Heizeinrichtung abhängt. T<sub>steady</sub>(P) ist die Temperatur im Dauerbetrieb der Heizeinrichtung, die von der aktuellen Leistung der Heizein-

richtung abhängt.

**[0073]** Als nächstes wird gemäß Schritt B eine Lufttemperatur in der Muffel gemessen. Allgemein ist die Lufttemperatur wichtig, weil auch durch Konvektion Wärme auf das Gargut G übertragen wird. Auch wenn allgemein gewünscht ist, überall in der Muffel 14 die Lufttemperatur bestimmen zu können bzw. zu wissen, so kann es ausreichen, dass nur an einer Stelle bzw. nur in einer Zone die tatsächliche Lufttemperatur gemessen wird. Dies kann mit dem Temperatursensor 30 erfolgen, der gemäß Fig. 3 in der Zone Za ganz links angeordnet ist. Auch wenn in der Fig. 3 nur ein einziger Temperatursensor 30 dargestellt ist, so kann dieser dafür ausreichen. Aufgrund abgespeicherter Werte kann darauf aufbauend für die Gesamtmuffel 14 die Lufttemperatur an jeder Stelle bestimmt werden, vor allem wenn der bisherige Betrieb bzw. die bisherigen mittleren Leistungen der Rohrheizkörper 26 miteinbezogen werden. Genauer wird die Bestimmung natürlich, wenn für jede Zone Z ein eigener diskreter Temperatursensor vorgesehen ist bzw. wenn allgemein mehrere diskrete Temperatursensoren vorgesehen sind. Dies bedeutet natürlich einen erhöhten Aufwand.

**[0074]** Entsprechend dem nächsten Schritt C können aus den in Schritt A und Schritt B bestimmten Temperaturen ein Strahlungs-Wärmestrom und ein Konvektions-Wärmestrom für das Gargut bestimmt werden, und zwar in jeder Zone. Anhand der Temperatur der Rohrheizkörper 26 wird auf der Basis von abgespeicherten Werten bestimmt, wie groß der Einfluss des Strahlungs-Wärmestroms ist. Ebenso wird auf Basis der gemäß Schritt B gemessenen Lufttemperatur in der Muffel 14 bzw. in einer Zone Z der Einfluss des Konvektions-Wärmestroms bestimmt. Vorteilhaft erfolgt dies mittels der Ofensteuerung. Damit weiß die Ofensteuerung 19, welcher gesamte Wärmestrom an das Gargut gelangt. Hierfür kann vorteilhaft die eingangs erläuterte Formel für Schritt C verwendet werden.

**[0075]** Für die Bestimmung der Lufttemperatur kann auf einfache Art und Weise zu der gemessenen Temperatur vom Temperatursensor 30 ein gewisser Offset hinzuaddiert oder subtrahiert werden. Dieser hängt davon ab, wie die jeweiligen Orte für den Temperatursensor 30 und für den Ort gewählt werden, an dem die Temperatur bestimmt werden soll. Ein solcher Offset kann bei bekanntem Ort für den Temperatursensor 30 experimentell für den Backofen 11 ermittelt werden und in der Ofensteuerung 19 abgespeichert sein.

**[0076]** Dann wird gemäß Schritt C die Temperatur für jeweils ein Gargut G in jeweils einer Zone Z berechnet mittels der Formel aus Schritt C.

$$T_{food}(t) = a * (T_{THE}^4 - T_{food}^4(t - 1s)) + T_{air}$$

Dabei ist  $T_{food}(t)$  die Temperatur des Garguts an dessen Außenseite bzw. die Temperatur, die auf das Gargut einwirkt,  $T_{THE}$  ist die Temperatur der Heizeinrichtung,  $T_{food}(t-1sec)$  ist die Temperatur des Garguts 1 sec zuvor,  $T_{air}$  ist die Lufttemperatur gemäß Schritt B, und  $a$  ist ein backofenspezifischer Faktor, der empirisch durch Versuche ermittelt worden ist oder der durch Simulation ermittelt worden ist, vorteilhaft herstellerseitig. Diese Temperatur  $T_{food}(t)$  kann also vor Beginn des Garprozesses an bestimmt werden, wobei sie dabei zuerst bei Raumtemperatur liegt oder angenommen wird, solange keine anderen Informationen vorliegen oder in die Ofensteuerung 19 eingegeben werden.

**[0077]** Anschließend kann gemäß Schritt D die Leistung der einzelnen Rohrheizkörper 26 bestimmt und gegebenenfalls angepasst werden, um gemäß dem vorgegebenen Garprozess für jedes zu garende Gargut G einen gewünschten Wärmestrom in das Gargut zu ermitteln. Dabei wird die Leistung berechnet bzw. die mittlere Leistung für den jeweiligen Rohrheizkörper 26 bestimmt mit der Formel:

$$P = K_p * (T_{desired} - T_{actual})$$

**[0078]** Dabei ist  $K_p$  eine Proportional-Verstärkung,  $P$  die eingestellte mittlere Leistung der Heizeinrichtung,  $T_{desired}$  die vorgegebene Temperatur für das Gargut in dieser Zone, und  $T_{actual}$  ist die gemäß Schritt C berechnete Temperatur des Garguts in dieser Zone, also  $T_{food}(t)$ .

**[0079]** Zum Einregeln der Temperatur wird vorteilhaft kein reiner Proportional-Regler verwendet, sondern ein Regler mit einem zusätzlichen I-Anteil und einem zusätzlichen D-Anteil. Ein solcher PID-Regler weist den Vorteil auf, dass ohne Überschwingen auf einen gewünschten Wert geregelt werden kann. Ein solches Überschwingen der Temperatur könnte nachteilig sein, beispielsweise weil ein gar gut an der Oberfläche zu stark erhitzt bzw. verbrannt werden könnte.

**[0080]** Wie eingangs erläutert worden ist, sollen die Rohrheizkörper 26 taktend betrieben werden, also nicht mit einer bestimmten eingestellten Leistung im Dauerbetrieb, sondern entweder ausgeschaltet oder mit voller Nennleistung eingeschaltet. Für einen Betrieb von zwei Rohrheizkörpern gleicher Nennleistung ist in Fig. 8 auf zehn Takte aufgeteilt eine Leistungsverteilung bzw. sind Schaltzyklen dargestellt, wobei ein erster Rohrheizkörper 26a eine mittlere Leistung von 400 W haben soll und ein zweiter Rohrheizkörper 26b eine mittlere Leistung von 600 W. Dargestellt ist, dass zuerst der Rohrheizkörper 26a für vier Takte oder Schaltzyklus-Abschnitte betrieben wird und dann ausgeschaltet wird. Der zweite Rohrheizkörper 26b wird ab dem zweiten Schaltzyklus-Abschnitt eingeschaltet und dann weiter betrieben für insgesamt

sechs Schaltzyklus-Abschnitte. Somit überlappen die eingeschalteten Zustände der beiden Rohrheizkörper 26a und 26b einander für eine gewisse Zeit, gleichzeitig ist für eine gewisse Zeit gar keine Heizwirkung gegeben. Deswegen könnte dieser Schaltzyklus auch so abgeändert werden, dass beim Ausschalten oder nach dem letzten Schaltzyklus-Abschnitt des ersten Rohrheizkörpers 26a der erste Schaltzyklus-Abschnitt mit Einschalten des zweiten Rohrheizkörpers 26b erfolgt. Dann wäre es ein jeweils ablösendes Schalten der Rohrheizkörper. Alternativ könnte hier auch eine ablösende Schaltung erfolgen, wobei dann ein Rohrheizkörper 26 immer eingeschaltet ist, aber auch nur ein einziger.

[0081] In Fig. 9 ist ein Schaltzyklus für drei Rohrheizkörper 26a bis 26c dargestellt. Zuerst wird der dritte Rohrheizkörper 26c für sechs Schaltzyklus-Abschnitte eingeschaltet. Einen Schaltzyklus später wird der erste Rohrheizkörper 26a eingeschaltet. Er bleibt für drei Schaltzyklus-Abschnitte eingeschaltet. Wenn er abgeschaltet wird, wird sozusagen ablösend der zweite Rohrheizkörper 26b eingeschaltet, der auch für sechs Schaltzyklus-Abschnitte eingeschaltet bleibt. Somit weisen die Rohrheizkörper 26b und 26c jeweils 600 W als mittlere Leistung auf und der Rohrheizkörper 26a 300 W.

[0082] In Fig. 10 ist dargestellt, wie ein Schaltzyklus in neun Schaltzyklus-Abschnitte unterteilt ist. Ein erster Rohrheizkörper 26a wird bei Nennleistung von 1000 W mit 667 W mittlerer also dauerhafter Leistung betrieben, ebenso die anderen beiden. Die Schaltzyklus-Abschnitte werden so verteilt für die einzelnen eingeschalteten Rohrheizkörper 26, dass stets möglichst ablösend ein- und ausgeschaltet wird. Des Weiteren sind zu keinem Zeitpunkt drei Rohrheizkörper gleichzeitig eingeschaltet, was den gesamten Leistungsbedarf in der Spitze reduziert und gleichzeitig etwas vergleichmäßigt.

## Patentansprüche

1. Backofen mit einer Muffel, einer Zugangsöffnung zu der Muffel, einer Tür zum Verschließen der Zugangsöffnung und mit mindestens zwei Heizeinrichtungen in der Muffel, wobei:

- die Heizeinrichtungen elektrisch getrennt nebeneinander und nahe gemeinsam an einer Wandung der Muffel angeordnet sind, wobei die Wandung im Wesentlichen in einer Fläche verläuft, vorzugsweise die Deckenwandung der Muffel bildet,
- die mindestens zwei Heizeinrichtungen als Rohrheizkörper mit einem Widerstandsheizleiter ausgebildet sind,
- die Muffel in nebeneinander angeordnete Zonen aufgeteilt ist, wobei mindestens so viele Heizeinrichtungen wie Zonen vorhanden sind und eine Grenze zwischen zwei direkt nebeneinander benachbarten Zonen mittig zwischen der Projektion zweier direkt nebeneinander benachbarter Heizeinrichtungen verläuft,
- keine der benachbarten Zonen einander überlappt bzw. die Zonen strahlungsthermisch getrennt voneinander sind, aber direkt aneinander angrenzen,
- jede Heizeinrichtung separat ansteuerbar ist,
- der Backofen eine Ofensteuerung und eine Leistungsversorgung für jede der Heizeinrichtungen aufweist, wobei die Ofensteuerung ausgebildet ist für eine Bestimmung oder eine Berechnung einer Temperatur mindestens einer Heizeinrichtung und/oder in der Muffel.

2. Backofen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** oberhalb mindestens eines Rohrheizkörpers ein Reflektor angeordnet ist, insbesondere an der naheliegenden Wandung der Muffel, wobei vorzugsweise oberhalb jedes Rohrheizkörpers ein Reflektor angeordnet ist, insbesondere ist ein Reflektor gewölbt ausgebildet.

3. Backofen nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Lüfter für die Muffel vorgesehen ist, vorzugsweise ein Lüfter mit zugeordneter Lüfterheizung, wobei insbesondere ein einziger Lüfter vorgesehen ist und in einer einzigen Zone angeordnet ist oder der Lüfter einen Luftstrom erzeugt, der zu mehr als 50 % in eine der Zonen hinein strömt.

4. Backofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Temperaturbestimmungsmittel für eine Temperatur in der Muffel vorgesehen ist, das mindestens einen Temperatursensor aufweist, vorzugsweise zur Temperaturmessung mittels eines temperaturveränderlichen elektrischen Widerstands, wobei insbesondere der Temperatursensor als diskreter Temperatursensor separat und getrennt von den Widerstandsheizleitern der Rohrheizkörper ausgebildet ist, wobei vorzugsweise der Temperatursensor vor einer direkten Einwirkung eines Strahlungs-Wärmestroms durch einen Rohrheizkörper mittels einer Schirmung abgeschirmt ist.

5. Backofen nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Temperatursensor durch die Heizeinrichtung bzw. durch einen Widerstandsheizleiter eines Rohrheizkörpers gebildet ist, der einen temperaturabhängigen elektrischen Widerstand aufweist.

6. Backofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrheizkörper mit schleifenförmigem oder mäanderförmigem Verlauf ausgebildet sind, wobei vorzugsweise jeder Rohrheizkörper mindestens zwei Längsabschnitte aufweist, die schleifenförmig nebeneinander und aneinander anschließend ausgebildet sind.

7. Backofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Abzugslüfter für einen Luftstrom aus der Muffel heraus an die Außenumgebung vorgesehen ist, wobei vorzugsweise eine Abzugsluftführung vorgesehen ist von der Muffel zu dem Abzugslüfter und von dort an die Außenumgebung.

8. Backofen nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein einziger Abzugslüfter für die gesamte Muffel bzw. den gesamten Backofen vorgesehen ist, wobei die Abzugsluftführung einen Abzugsluftzweig für jede Zone aufweist, vorzugsweise abgehend von der Wandung, zu der die Heizeinrichtung am nächsten liegend angeordnet ist, und wobei für jede Zone eine eigene separate Abzugsklappe zu dem Abzugsluftzweig vorgesehen ist, wobei jede Abzugsklappe separat betätigbar ist zum Öffnen und zum Schließen.

9. Backofen nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** pro Heizeinrichtung bzw. pro von jeder Heizeinrichtung gebildeter Zone ein eigenständiger separater Abzugslüfter mit je einer Abzugsluftführung vorgesehen ist, wobei vorzugsweise für jede Zone ein eigener Abzugsluftzweig oder eine eigene separate Abzugsklappe zu dem Abzugsluftzweig vorgesehen ist.

10. Verfahren zum Betrieb eines Backofens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizeinrichtungen derart eingeschaltet und ausgeschaltet werden, dass zu keinem Zeitpunkt zwei oder mehr Heizeinrichtungen gleichzeitig eingeschaltet werden oder zwei oder mehr Heizeinrichtungen gleichzeitig ausgeschaltet werden, wobei vorzugsweise dies diejenigen Heizeinrichtungen sind, die nebeneinander und nahe an der gemeinsamen Wandung der Muffel angeordnet sind.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** bestimmte Schaltzyklen durchgeführt werden für mindestens zwei Heizeinrichtungen oder für genau drei Heizeinrichtungen, wobei beim Ausschalten einer Heizeinrichtung gleichzeitig eine andere Heizeinrichtung eingeschaltet wird und/oder beim Einschalten einer Heizeinrichtung gleichzeitig eine andere Heizeinrichtung ausgeschaltet wird, wobei vorzugsweise eine Heizeinrichtung innerhalb eines Schaltzyklus nicht mehr als einmal eingeschaltet und nicht mehr als einmal ausgeschaltet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei mindestens drei Zonen die Einschalt-Zeitpunkte und Ausschalt-Zeitpunkte der zugehörigen Heizeinrichtungen derart bestimmt werden, dass zu keinem Zeitpunkt alle Heizeinrichtungen eingeschaltet sind, wobei vorzugsweise zu keinem Zeitpunkt mehr als zwei Heizeinrichtungen eingeschaltet sind.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Schaltzyklus mindestens 5 sec dauert, insbesondere maximal 40 sec dauert, wobei vorzugsweise ein Schaltzyklus länger dauert, je mehr Heizeinrichtungen während dieses Schaltzyklus ein- und ausgeschaltet werden, wobei vorzugsweise die Dauer eines Schaltzyklus permanent von der Steuerung angepasst wird an die Anzahl der Heizeinrichtungen, die nicht dauerhaft eingeschaltet oder ausgeschaltet sind.

14. Verfahren zum Betrieb eines Backofens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **gekennzeichnet durch** die Schritte:

A Bestimmen der Temperatur mindestens einer Heizeinrichtung, vorzugsweise mehrerer Heizeinrichtungen oder aller Heizeinrichtungen, insbesondere durch Erfassen der Dauer und der Leistung des Betriebs aller Heizeinrichtungen des Backofens, mit welcher Leistung die Heizeinrichtung durchschnittlich dauerhaft betrieben wird, wobei davon ausgehend die Temperatur anhand von abgespeicherten Werten berechnet wird,

B Messen einer Lufttemperatur in der Muffel, wobei dafür mindestens ein diskreter Temperatursensor in der Muffel verwendet wird, der zusätzlich zu den Heizeinrichtungen in der Muffel angeordnet ist und dessen gemessene Temperatur zusätzlich berücksichtigt wird, wobei vorzugsweise mehrere diskrete Temperatursensoren in der Muffel verwendet werden, wobei dabei jeweils ein Temperatursensor einer Zone zugeordnet ist oder mehr als ein Temperatursensor, aber weniger Temperatursensoren als Zonen vorhanden sind, wobei mittels der Temperatursensoren ein Temperaturverlauf in der Muffel berechnet wird und daraus eine Zuordnung des Temperaturverlaufs zu den Zonen bestimmt wird,

C Berechnen einer Temperatur des zu garenden Garguts an dessen Außenseite bzw. einer Temperatur, die auf das Gargut einwirkt, in einer Zone aufgrund eines von der Heizeinrichtung direkt ausgehenden Strahlungs-

Wärmestroms und aufgrund eines von der Heizeinrichtung über die Luft ausgehenden Konvektions-Wärmestroms, wobei ausgehend von der in Schritt A bestimmten Temperatur einer Heizeinrichtung der Einfluss des Strahlungs-Wärmestroms anhand von abgespeicherten Werten bestimmt wird, wobei ausgehend von der in Schritt B gemessenen Lufttemperatur der Einfluss des Konvektions-Wärmestroms bestimmt wird, vorzugsweise durch die Ofensteuerung bestimmt wird,

D Bestimmen und gegebenenfalls Anpassen der Leistung mindestens einer Heizeinrichtung, vorzugsweise aller betriebenen Heizeinrichtungen, aufgrund eines Vergleichs zwischen vorgegebener Temperatur und im Schritt C berechneter Temperatur, um die berechnete Temperatur an die vorgegebene Temperatur heranzuführen, wobei dies vorzugsweise für jede Zone getrennt durchgeführt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **gekennzeichnet durch** ein Anpassen der Leistung der mindestens einen Heizeinrichtung mittels PWM mit einem Schaltzyklus und Schaltzyklus-Abschnitten oder mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13.

16. Verfahren zum Betrieb eines Backofens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Lüfter für die Muffel verwendet wird, um die Temperatur in mindestens einer der Zonen, die von dem Lüfter stärker mit Luft beaufschlagt wird als die anderen Zonen oder die momentan mit einem vergleichsweise höheren Strahlungs-Wärmestrom beaufschlagt wird, durch Einschalten des Lüfters oder durch verstärkten Betrieb des Lüfters zu senken, oder um die Temperatur in mindestens einer der Zonen durch verstärkten Betrieb des Lüfters oder durch Einschalten des Lüfters anzuheben, wenn dies jeweils für den am Backofen eingestellten Garvorgang als gewünscht anzusehen ist.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Fall eines Betriebs von genau zwei Heizeinrichtungen, deren Nennleistung gleich ist und deren gewünschte Leistung aufaddiert geringer ist als die Nennleistung einer einzigen Heizeinrichtung, zuerst nur eine erste Heizeinrichtung betrieben wird für so viele Schaltzyklus-Abschnitte, dass sie für die restlichen Schaltzyklus-Abschnitte des gesamten Schaltzyklus nicht mehr betrieben werden muss, und dann gleichzeitig mit dem Ausschalten dieser ersten Heizeinrichtung die andere zweite Heizeinrichtung eingeschaltet wird und für so viele Schaltzyklus-Abschnitte betrieben wird, dass sie für die restlichen Schaltzyklus-Abschnitte des gesamten Schaltzyklus nicht mehr betrieben werden muss.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Fall eines Betriebs von genau zwei Heizeinrichtungen, deren Nennleistung gleich ist und deren gewünschte Leistung aufaddiert höher ist als die Nennleistung einer einzigen Heizeinrichtung, zuerst nur eine erste Heizeinrichtung betrieben wird für so viele Schaltzyklus-Abschnitte, dass sie für die restlichen Schaltzyklus-Abschnitte des gesamten Schaltzyklus nicht mehr betrieben werden muss, wobei vor dem Ausschalten dieser ersten Heizeinrichtung die andere zweite Heizeinrichtung eingeschaltet wird, insbesondere zu einem solchen Zeitpunkt eingeschaltet wird, dass bei ihrem Ausschalten nach erreichter Anzahl von Schaltzyklus-Abschnitten die erste Heizeinrichtung gleichzeitig eingeschaltet wird, wobei vorzugsweise vor dem Ausschalten der ersten Heizeinrichtung die andere zweite Heizeinrichtung eingeschaltet wird, insbesondere zu einem solchen Zeitpunkt eingeschaltet wird, dass bei ihrem Ausschalten nach Erreichen einer vorgegebenen Anzahl von Schaltzyklus-Abschnitten die erste Heizeinrichtung nicht gleichzeitig mit der zweiten Heizung abgeschaltet wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Fall eines Betriebs von genau drei Heizeinrichtungen, deren Nennleistung gleich ist, mindestens eine erste Heizeinrichtung ausgeschaltet wird, wenn eine andere zweite Heizeinrichtung gleichzeitig eingeschaltet wird, und eine dritte Heizeinrichtung eingeschaltet wird, wenn die zweite Heizeinrichtung gleichzeitig ausgeschaltet wird, wobei vorzugsweise zu keinem Zeitpunkt zwei Heizeinrichtungen oder mehr gleichzeitig eingeschaltet werden oder gleichzeitig ausgeschaltet werden.

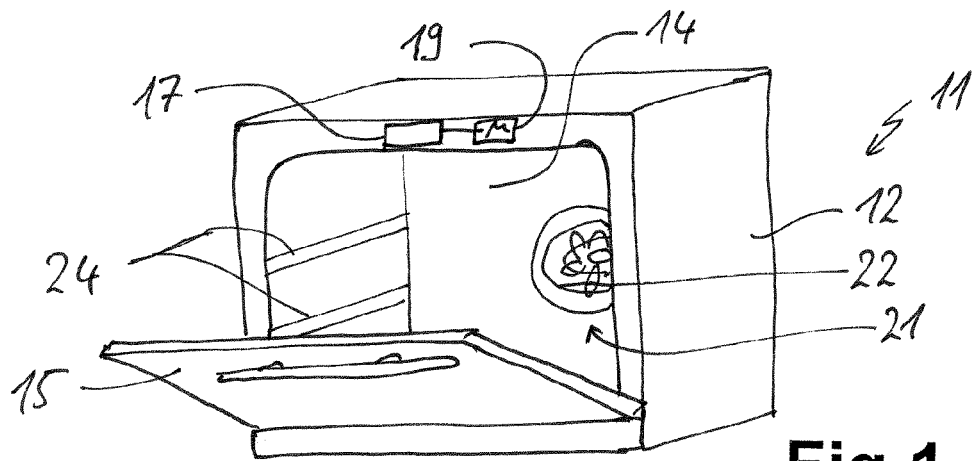
20. Verfahren zum Betrieb eines Backofens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 oder Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den verschiedenen Zonen unterschiedliche Gargüter gegart werden, wobei dafür unterschiedliche mittlere Leistungen an den Heizeinrichtungen zu unterschiedlichen Zeiten von der Ofensteuerung angesteuert werden, damit zu Beginn eines Zubereitungs Vorgangs einmal ein Gargutträger mit den verschiedenen Gargütern darauf durch die Zugangsöffnung in die Muffel eingebracht wird und nach Ende des Zubereitungs Vorgangs der Gargutträger mit den fertig gegarten Gargütern darauf entnommen wird, wobei vorzugsweise alle Gargüter mit gleicher Dauer, aber unterschiedlicher Gartemperatur gegart werden.

21. Verfahren zum Betrieb eines Backofens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 oder Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den verschiedenen Zonen unterschiedliche Gargüter gegart werden,

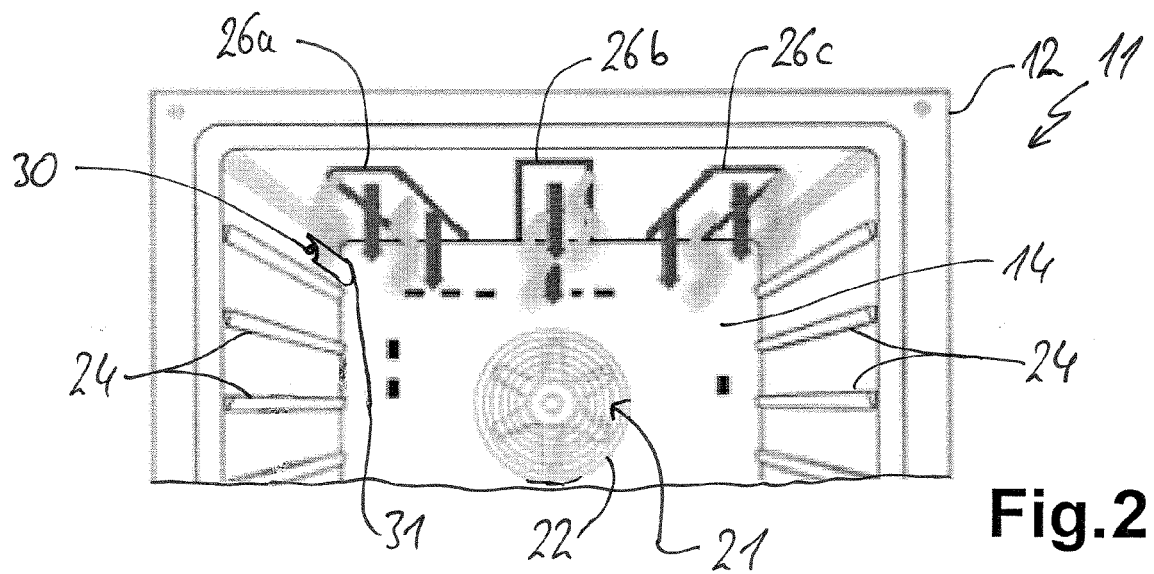
wobei dafür unterschiedliche mittlere Temperaturen in den Zonen zu unterschiedlichen Zeiten von der Ofensteuerung eingestellt werden, damit zu Beginn eines Zubereitungsvorgangs einmal ein Gargutträger mit den verschiedenen Gargütern darauf durch die Zugangsöffnung in die Muffel eingebracht wird und nach Ende des Zubereitungsvorgangs der Gargutträger mit den fertig gegarten Gargütern darauf entnommen wird, wobei vorzugsweise alle Gargüter mit gleicher Dauer, aber unterschiedlicher Gartemperatur gegart werden.

**22.** Verfahren zum Betrieb eines Backofens nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels des mindestens einen Abzugslüfters die Temperatur in der dem Abzugslüfter oder einer Abzugsklappe zugeordneten Zone gesenkt wird und dabei gleichzeitig die Luftfeuchtigkeit verringert wird durch verstärktes Absaugen oder Abführen von Luft aus dieser Zone, oder dass mittels des mindestens einen Abzugslüfters die Temperatur in der dem Abzugslüfter oder einer Abzugsklappe zugeordneten Zone erhöht wird und dabei gleichzeitig die Luftfeuchtigkeit erhöht wird durch verringertes Absaugen oder Abführen von Luft aus dieser Zone, vorzugsweise durch Stoppen des Betriebs des Abzugslüfters oder Schließen der Abzugsklappe.

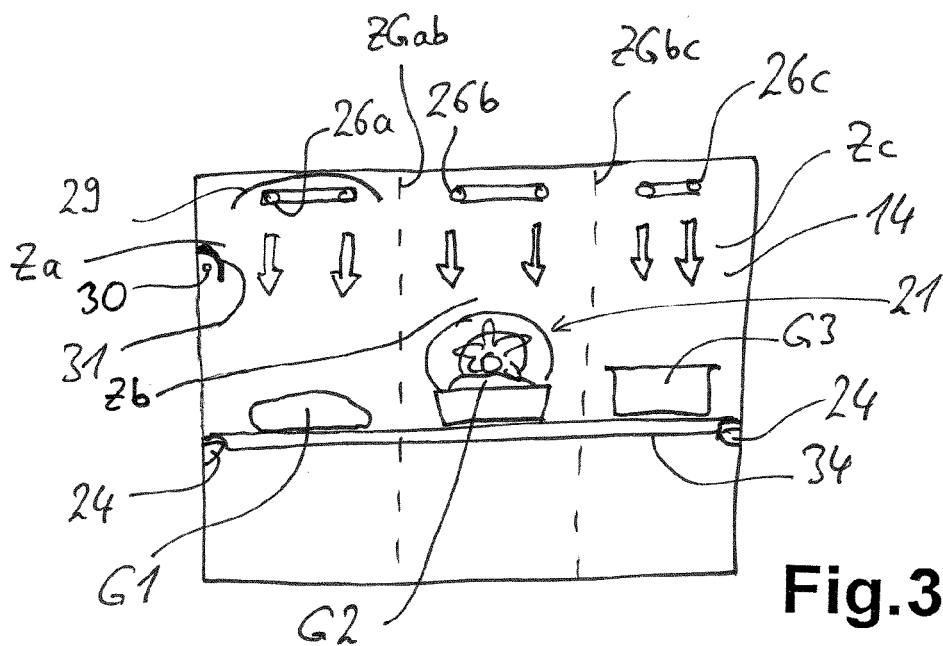
**23.** Verfahren zum Betrieb eines Backofens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 oder Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Benutzer manuell, vorzugsweise ohne einen Garprozess als Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, für jede der Zonen separat eine Temperatur einstellen kann, die insbesondere durch das Verfahren nach Anspruch 14 durch die Ofensteuerung eingeregelt wird.



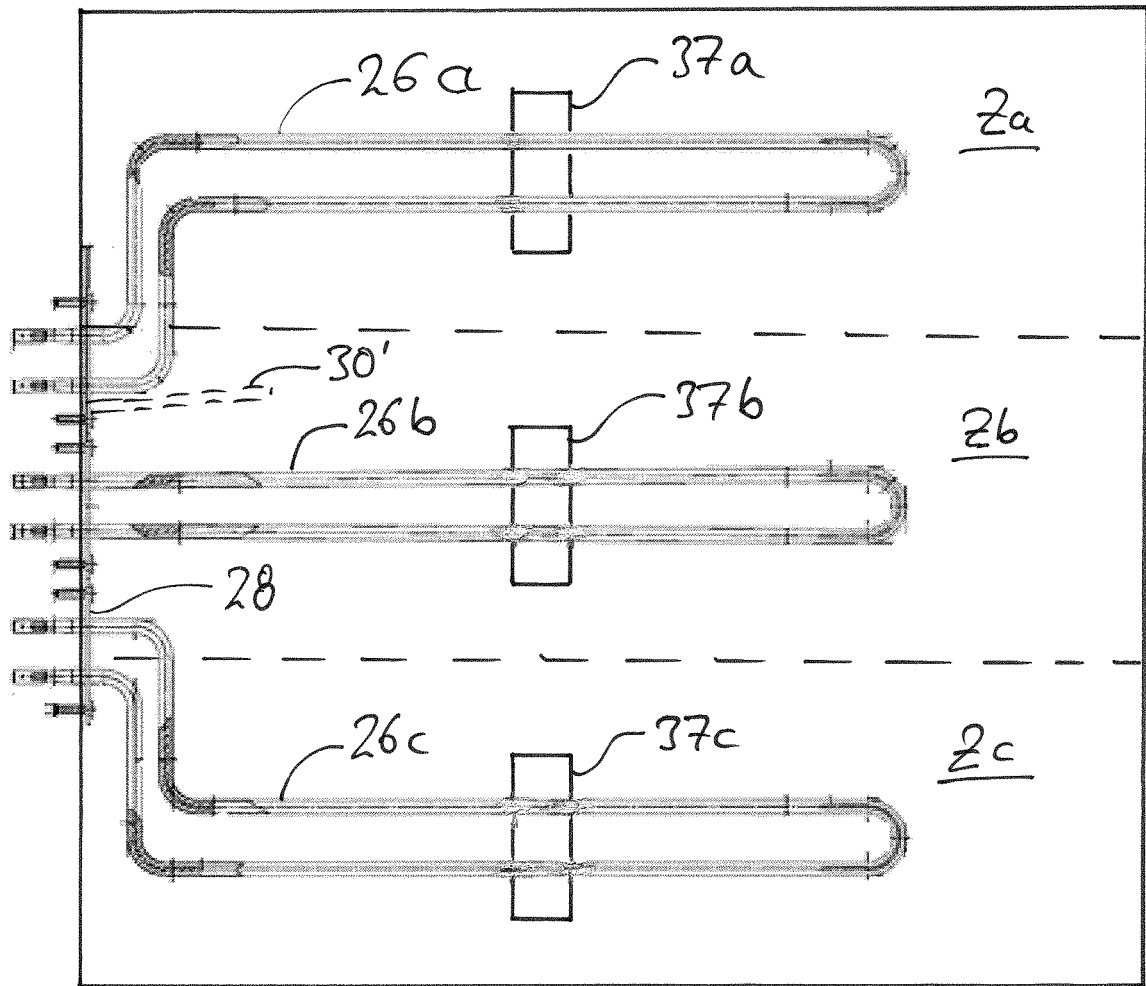
**Fig.1**



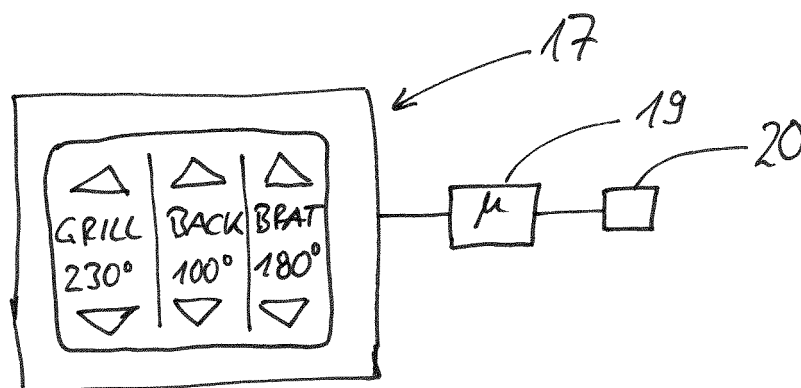
**Fig.2**



**Fig.3**



**Fig.4**



**Fig.5**

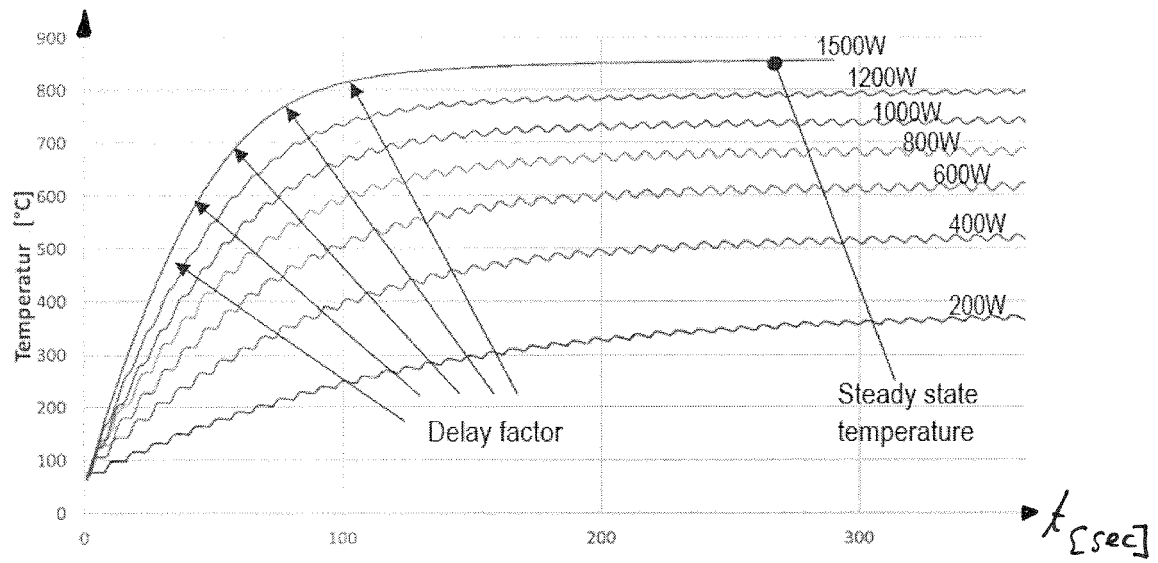


Fig.6

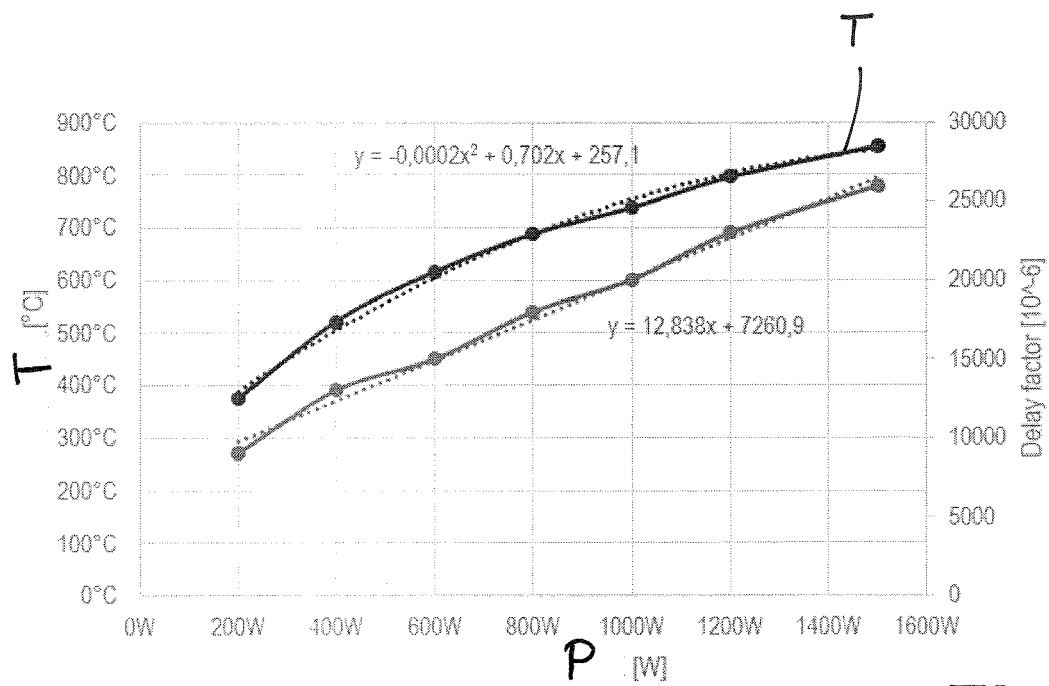


Fig.7

|     |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
| 26a | On | On | On | On |    |    |    |  |  |
| 26b |    | On | On | On | On | On | On |  |  |

**Fig.8**

|     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 26a |    | On | On | On |    |    |    |    |    |
| 26b |    |    |    |    | On | On | On | On | On |
| 26c | On | On | On | On | On | On |    |    |    |

**Fig.9**

|     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 26a | On | On | On | On | On | On |    |    |    |
| 26b |    |    |    | On | On | On | On | On | On |
| 26c | On | On | On |    |    |    | On | On | On |

**Fig.10**



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 38 3198

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                            | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile            | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X                                                                                                                                                                                                                                                    | US 2022/163261 A1 (CADIMA PAUL BRYAN [US])<br>26. Mai 2022 (2022-05-26)                        | 1-7, 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | INV.<br>F24C7/08                   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                    | * Absätze [0015] - [0017], [0027] - [0031]; Abbildungen *                                      | 8, 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | F24C7/06<br>F24C15/20<br>F24C15/32 |
|                                                                                                                                                                                                                                                      | -----                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                    | EP 4 068 907 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]) 5. Oktober 2022 (2022-10-05)                 | 1, 4, 20, 21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                    | * Absätze [0063] - [0065]; Abbildungen 2-6                                                     | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                    | *                                                                                              | 14, 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                      | -----                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                    | JP 2008 029466 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 14. Februar 2008 (2008-02-14)                | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                      | * Absätze [0016], [0017], [0034], [0035]; Abbildungen 1-3 *                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                      | -----                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                    | US 8 138 453 B2 (YANG JAE KYUNG [KR]; NAM HYEUN SIK [KR] ET AL.)<br>20. März 2012 (2012-03-20) | 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                      | * Abbildung 7 *                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                      | -----                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                            |                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
|                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | F24C<br>A47J<br>H05B               |
| Recherchenort                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                | Abschlußdatum der Recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Prüfer                             |
| Den Haag                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                | 21. September 2023                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Verdoodt, Luk                      |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |



Nummer der Anmeldung

EP 22 38 3198

5

**GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE**

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung Patentansprüche, für die eine Zahlung fällig war.

10

- ☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für jene Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war, sowie für die Patentansprüche, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:

15

- ☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war.

20

**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG**

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

25

**Siehe Ergänzungsblatt B**

30

- ☐ Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

35

- ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

- ☒ Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:

40

**14, 15, 20, 21**

45

- ☐ Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:

50

- ☐ Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPÜ).

55



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT  
DER ERFINDUNG  
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 22 38 3198

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

**1. Ansprüche: 1-13**

Backofen mit mindestens zwei Heizeinrichtungen die elektrisch getrennt nebeneinander und nahe gemeinsam an einer Wandung der Muffel angeordnet sind, sowie Verfahren zum Betrieb eines Backofen nach einem der Ansprüche 1-9.

---

**2. Ansprüche: 14, 15**

Verfahren zum Betrieb eines Backofen nach einem der Ansprüche 1-9 wobei die Schritte A-D durchgeführt werden.

---

**3. Ansprüche: 16-19**

Verfahren zum Betrieb eines Backofens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei ein Lüfter für die Muffel verwendet wird, um die Temperatur in mindestens einer der Zonen, die von dem Lüfter stärker mit Luft beaufschlagt wird als die anderen Zonen oder die momentan mit einem vergleichsweise höheren Strahlungs-Wärmestrom beaufschlagt wird, durch Einschalten des Lüfters oder durch verstärkten Betrieb des Lüfters zu senken, oder um die Temperatur in mindestens einer der Zonen durch verstärkten Betrieb des Lüfters oder durch Einschalten des Lüfters anzuheben, wenn dies jeweils für den am Backofen eingestellten Garvorgang als gewünscht anzusehen ist.

---

**4. Ansprüche: 20, 21**

Verfahren zum Betrieb eines Backofen nach einem der Ansprüche 1-9 wobei in den verschiedenen Zonen unterschiedliche Gargüter gegart werden wobei zu Beginn eines Zubereitungs Vorgangs einmal ein Gargutträger mit den verschiedenen Gargütern darauf in die Muffel eingebracht wird und nach Ende des Zubereitungs Vorgangs der Gargutträger mit den fertig gegarten Gargütern darauf entnommen wird.

---

**5. Anspruch: 22**

Verfahren zum Betrieb eines Backofen nach einem der Ansprüche 1-9 mittels eines Abzugslüfters die Temperatur in der dem Abzugslüfter oder einer Abzugsklappe zugeordneten Zone gesenkt wird und dabei gleichzeitig die Luftfeuchtigkeit verringert wird durch verstärktes Absaugen oder Abführen von Luft aus dieser Zone, oder dass mittels des mindestens einen Abzugslüfters die Temperatur in der dem Abzugslüfter oder einer Anzugsklappe zugeordneten Zone



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT  
DER ERFINDUNG  
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 22 38 3198

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

**erhöht wird und dabei gleichzeitig die Luftfeuchtigkeit  
erhöht wird durch verringertes Absaugen oder Abführen von  
Luft aus dieser Zone.**

---

**6. Anspruch: 23**

**Verfahren zum Betrieb eines Backofen nach einem der  
Ansprüche 1-9 wobei der Benutzer manuell für jede der Zonen  
separat eine Temperatur einstellen kann.**

---

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 38 3198

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-09-2023

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| <b>US 2022163261 A1</b>                             | <b>26-05-2022</b>             | <b>KEINE</b>                      |                               |
| <b>EP 4068907 A1</b>                                | <b>05-10-2022</b>             | <b>CN 115136735 A</b>             | <b>30-09-2022</b>             |
|                                                     |                               | <b>EP 4068907 A1</b>              | <b>05-10-2022</b>             |
|                                                     |                               | <b>US 2021353097 A1</b>           | <b>18-11-2021</b>             |
|                                                     |                               | <b>WO 2021230577 A1</b>           | <b>18-11-2021</b>             |
| <b>JP 2008029466 A</b>                              | <b>14-02-2008</b>             | <b>KEINE</b>                      |                               |
| <b>US 8138453 B2</b>                                | <b>20-03-2012</b>             | <b>CN 101371756 A</b>             | <b>25-02-2009</b>             |
|                                                     |                               | <b>EP 2028424 A1</b>              | <b>25-02-2009</b>             |
|                                                     |                               | <b>EP 3575691 A1</b>              | <b>04-12-2019</b>             |
|                                                     |                               | <b>KR 20090021037 A</b>           | <b>27-02-2009</b>             |
|                                                     |                               | <b>US 2009050619 A1</b>           | <b>26-02-2009</b>             |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102009048495 A1 [0006]