

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 489 361 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:

**22.12.2004 Patentblatt 2004/52**(51) Int Cl.7: **F24C 7/08**(21) Anmeldenummer: **04011882.0**(22) Anmeldetag: **19.05.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

**AL HR LT LV MK**(30) Priorität: **18.06.2003 DE 10327861**(71) Anmelder: **Miele & Cie. KG****33332 Gütersloh (DE)**

(72) Erfinder:

• **Krümpelmann, Thomas, Dr.****33332 Gütersloh (DE)**• **Sillmen, Ulrich, Dr.****33332 Gütersloh (DE)**(54) **Verfahren zur berührungslosen Steuerung eines Garvorgangs bei einem Gargerät und Gargerät**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Garvorgangs bei einem Gargerät mit einem Garraum, an bzw. in dem eine Heizquelle zur Beheizung des Garraums angeordnet ist, mit einem Sensor zur Erfassung einer Gaskonzentration in dem Garraum und einer elektrischen oder elektronischen Steuerung, die eine Auswerteschaltung und einen Speicher aufweist und mit dem Sensor in Signalübertragungsverbindung steht, wobei das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

- Erstens, Ermittlung eines in dem Speicher abgespeicherten Garendewerts in Abhängigkeit eines manuell ausgewählten bzw. automatisch erkannten Garguts, mittels der Auswerteschaltung,
- zweitens, Verarbeitung des Ausgangssignals des Sensors in der Auswerteschaltung zur Erzeugung eines Garquotienten, wobei der Garquotient dem Verhältnis der ersten Ableitung des Ausgangssi-

gnals nach der Zeit ( $f'$ ) zu einem zeitlich vorher und nach dem Beginn des Garvorgangs ermittelten erstmaligen Extremwert der ersten Ableitung des Ausgangssignals nach der Zeit ( $f_{(\text{extrem})}$ ) entspricht,

- drittens, Vergleich des Werts des Garquotienten mit dem Garendewert (G) in der Auswerteschaltung und
- viertens, Auslösen einer Gargerätfunktion erfolgt, sobald der Wert des Garquotienten nach dem Beginn des Garvorgangs den Garendewert (G) unterschreitet.

Auf diese Weise ist ein Verfahren zur Steuerung eines Garvorgangs angegeben, bei dem die Steuerung auch für unterschiedliche Gargüter und für unterschiedliche Mengen und Verteilungen eines Garguts in dem Garraum auf einfache Weise realisiert ist und unabhängig von dem zu behandelnden Gargut gleichzeitig eine Restgarzeit mit einer hohen Genauigkeit und Reproduzierbarkeit ermittelt werden kann.

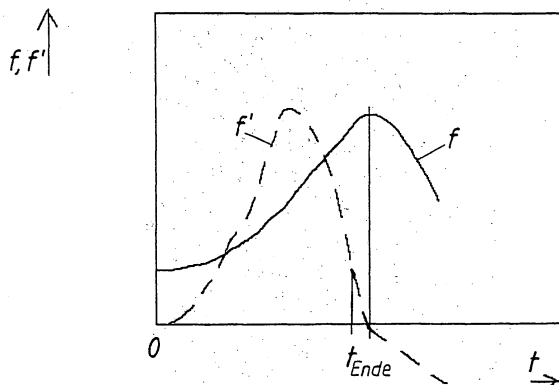


FIG. 2

**EP 1 489 361 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Garvorgangs bei einem Gargerät und ein Gargerät zur Durchführung des Verfahrens

**[0002]** Ein derartiges Verfahren ist bereits bekannt. Bei dem bekannten Verfahren zur Steuerung eines Garvorgangs bei einem Gargerät mit einem Garraum, an bzw. in dem eine Heizquelle zur Beheizung des Garraums angeordnet ist, mit einem Sensor zur Erfassung einer Gaskonzentration in dem Garraum und einer elektrischen oder elektronischen Steuerung, die eine Auswerteschaltung und einen Speicher aufweist und mit dem Sensor in Signalübertragungsverbindung steht, wird zuerst ein in dem Speicher abgespeicherter Garendewert in Abhängigkeit eines manuell ausgewählten bzw. automatisch erkannten Garguts mittels der Auswerteschaltung ermittelt. Sobald der Wert einer von dem Ausgangssignal des Sensors abhängigen Größe nach dem Beginn des Garvorgangs den Garendewert unterschreitet, wird automatisch eine Gargerätfunktion ausgelöst. Demnach wird bei dem bekannten Verfahren die Gargerätfunktion, beispielsweise das Abschalten der Heizquelle, dann automatisch ausgelöst, wenn die Gaskonzentration eines bei dem Garvorgang aus dem Gargut entweichenden Gases einen vorher festgelegten Garendewert unterschreitet.

**[0003]** Die Garendewerte für einzelne Gargüter sind vorher durch Versuche ermittelt worden. Der Garraum herkömmlicher Gargeräte wird während des Betriebs mit Umgebungsluft durchspült. Dabei wird Umgebungsluft mittels eines in dem Gargerät angeordneten Gebläse durch Lufteinlassöffnungen angesaugt und Wrasen über einen Wrasenkanal aus dem Garraum abgesaugt. Hierbei ist das Volumen der durch den Garraum gesaugten Umgebungsluft in jedem Fall deutlich größer als das Volumen der während des Garvorgangs von dem Gargut abgegebenen Gase. Somit wird durch den Sensor eine momentane Gaskonzentration detektiert, da die durch den Garvorgang entstehenden Gase durch das Gebläse fortlaufend abgesaugt und damit aus dem Garraum entfernt werden. Es kommt nicht zu einer Aufkonzentration dieser Gase in dem Garraum.

**[0004]** Ein Nachteil des bekannten Verfahrens ist, dass der Garendewert von der Gargutmenge sowie von deren Verteilung in dem Garraum, beispielsweise aufgrund der Verwendung unterschiedlicher Back- bzw. Bratformen, abhängig ist. Somit ergeben sich selbst für ein einziges Rezept voneinander verschiedene Garendewerte. Dies führt zu einer Vielzahl von Garendewerten, so dass entweder eine aufwendige Steuerung erforderlich ist, um die Gargutmenge und deren Verteilung zu detektieren, oder der Benutzer weitere Eingaben vornehmen muss, was den Bedienkomfort verringert.

**[0005]** Darüber hinaus ist aus der DE 38 37 072 A1 ein weiteres Verfahren zur Steuerung eines als Brotbackvorgang ausgebildeten Garvorgangs bekannt. Da dieses Verfahren ausschließlich Brotbackvorgänge be-

trifft, erübrigt sich hier die Ermittlung der Gargutart. Bei dem bekannten Brotbackverfahren wird der Brotbackvorgang mittels der über einen Gassensor ermittelten zeitlichen Änderung der Gasdichte in dem Garraum gesteuert. Hierbei werden beispielsweise Heizkörper und Gebläse automatisch abgeschaltet und damit der Brotbackvorgang beendet, sobald sich die Gasdichte gegenüber einem Maximalwert um einen vorher festgelegten Betrag verringert hat. Alternativ hierzu ist es vorgesehen, die Änderung der Neigung der Gasdichte, also die Änderung der ersten Ableitung der Gasdichte nach der Zeit, für die Steuerung des Brotbackvorgangs zu verwenden, nachdem der Maximalwert der Gasdichte durch den Gassensor erfasst worden ist.

**[0006]** Ein anderes Verfahren ist aus der EP 0 455 169 A2 bekannt. Bei diesem Verfahren werden bei dem Erreichen zweier vorher festgelegter Temperaturen an einem Gassensor anliegende elektrische Ausgangsspannungen in einer Auswerteschaltung einer Steuerung weiterverarbeitet. Hierbei wird eine erste Ausgangsspannung vor Beginn des Garvorgangs, also bei der Starttemperatur für den Garvorgang, und eine zweite Ausgangsspannung bei dem Erreichen einer vorher festgelegten Temperatur während des Garvorgangs vom Gassensor an die Auswerteschaltung übermittelt und aus den beiden Ausgangsspannungen des Gassensors ein Garquotient gebildet. Dieser Garquotient wird mit vorher festgelegten und in einem Speicher abgespeicherten Referenzwerten verglichen. Je nachdem ob der Garquotient größer oder kleiner als ein erster oder ein zweiter Referenzwert ist, wird auf die Art des zu behandelnden Garguts geschlossen. Unterschreitet der Garquotient beispielsweise den zweiten Referenzwert, wird der Garvorgang bei einer vorher festgelegten weiteren Gartemperatur für eine vorher festgelegte Zeitdauer fortgesetzt und zeitlich danach automatisch beendet.

**[0007]** Der Erfindung stellt sich somit das Problem ein Verfahren zur Steuerung eines Garvorgangs anzugeben, bei dem die Steuerung auch für unterschiedliche Gargüter und für unterschiedliche Mengen und Verteilungen eines Garguts in dem Garraum auf einfache Weise realisiert ist und unabhängig von dem zu behandelnden Gargut gleichzeitig eine Restgarzeit mit einer hohen Genauigkeit und Reproduzierbarkeit ermittelt werden kann.

**[0008]** Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den nachfolgenden Unteransprüchen.

**[0009]** Die mit der Erfindung erreichbaren Vorteile bestehen zum einen darin, dass das Verfahren auch für unterschiedliche Gargüter und für unterschiedliche Mengen und Verteilungen eines Garguts in dem Garraum auf einfache Weise realisiert ist und unabhängig von dem zu behandelnden Gargut gleichzeitig eine Restgarzeit mit einer hohen Genauigkeit und Reprodu-

zierbarkeit ermittelt werden kann. Zum anderen ist das erfindungsgemäße Verfahren ebenfalls für Garvorgänge anwendbar, bei denen für ein Gargut voneinander verschiedene Garraumtemperaturen verwendet werden, da der Garendewert nicht von der Gargutmenge, der Verteilung des Garguts in dem Garraum bzw. der Garraumtemperatur für den Garvorgang abhängig ist, da sich diese von Garvorgang zu Garvorgang verändernden Parameter durch die Verwendung eines Garquotienten kompensiert werden. Der Garquotient entspricht dabei dem Verhältnis der ersten Ableitung des Ausgangssignals nach der Zeit zu einem zeitlich vorher und nach dem Beginn des Garvorgangs ermittelten erstmaligen Extremwert der ersten Ableitung des Ausgangssignals nach der Zeit. Ein Vorteil bei der Verwendung von  $f'$  anstelle von  $f$  besteht darin, dass nach dem Durchlaufen des Extremwerts für  $f'$  die Restgarzeit in Abhängigkeit des Ausgangssignals des Sensors mit einer hohen Genauigkeit und Reproduzierbarkeit in der Auswerteschaltung extrapoliert und auf dem Anzeigeelement angezeigt werden kann, da der Zeitpunkt, zu dem der Wert von  $f'$  extrem wird, weit vor dem Garzeitendezeitpunkt  $t_{\text{Ende}}$  liegt. Anstelle der Anzeige ist beispielsweise auch das Auslösen eines akustischen Signals denkbar.

**[0010]** Eine vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lehre sieht vor, dass die Konzentration eines Atmosphärgases, insbesondere Sauerstoff, Stickstoff oder Kohlendioxid, durch den Sensor erfasst wird. Auf diese Weise ist die Genauigkeit und die Wiederholbarkeit der mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ermittelten Messwerte und damit des erfindungsgemäßen Verfahrens weiter verbessert, da die Menge an einem Atmosphärgas während des gesamten Garvorgangs ausreichend groß ist, um eine zuverlässige Messung zu gewährleisten. Aufgrund deren hoher Konzentration in der Atmosphäre sind hier insbesondere Sauerstoff, Stickstoff und Kohlendioxid zu nennen.

**[0011]** Grundsätzlich ist die auszulösende Gargerätfunktion in Art und Umfang in weiten geeigneten Grenzen wählbar. Zweckmäßigerweise wird als Gargerätfunktion das automatische Abschalten der Heizquelle zur Beheizung des Garraums und/oder ein Garzeitensignal ausgelöst.

**[0012]** Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass nach dem erstmaligen Erreichen eines Extremwerts der Gaskonzentration oder der ersten zeitlichen Ableitung der Gaskonzentration nach dem Beginn des Garvorgangs die Restgarzeit in Abhängigkeit der Ausgangssignale des Sensors extrapoliert und auf einem Anzeigeelement des Gargeräts zur Anzeige gebracht wird. Hierdurch ist der Komfort für den Benutzer ohne zusätzliche Bauteile und damit kostengünstig weiter verbessert.

**[0013]** Grundsätzlich ist es möglich, dass der Extremwert ein Minimalwert oder ein Maximalwert ist. Zweckmäßigerweise ist der Extremwert als Maximalwert ausgebildet.

**[0014]** Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lehre sieht vor, dass das Ausgangssignal des Sensors in der Auswerteschaltung erst nach Ablauf einer vorher festgelegten Vorlaufzeit nach dem Beginn des Garvorgangs verarbeitet wird. Hierdurch ist gewährleistet, dass Störungen des Ausgangssignals während eines Anfangszeitraums nach dem Beginn des Garvorgangs sich nicht in ungewünschter Weise auf die Verarbeitung des Ausgangssignals auswirken können.

**[0015]** Der Erfindung liegt ferner das Problem zugrunde, ein Gargerät zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens anzugeben.

**[0016]** Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch die im Anspruch 7 angegebene Lehre gelöst.

**[0017]** Vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen der Lehre des Anspruchs 7 sind in den Ansprüchen 8 und 9 angegeben.

**[0018]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen rein schematisch dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben. Es zeigt

Figur 1 ein Temperatur-Zeit-Diagramm zu dem erfindungsgemäßen Verfahren und

Figur 2 einen zeitlichen Verlauf der Funktion  $f$  (1-02) bzw. der ersten Ableitung der Funktion  $f$  nach der Zeit,  $f'$ ,

Figur 3 ein Schaubild eines ersten Ausführungsbeispiels einer automatischen Garguterkenennung zu dem erfindungsgemäßen Verfahren und

Figur 4 einen zeitlichen Verlauf zu einem zweiten Ausführungsbeispiel einer automatischen Garguterkenennung zu dem erfindungsgemäßen Verfahren.

**[0019]** Ein nicht dargestelltes erfindungsgemäßes Gargerät ist als Elektroherd ausgebildet. Das Gargerät weist einen durch eine Tür verschließbaren Garraum, einen als Sauerstoffsensor ausgebildeten Sensor zur Erfassung einer Gaskonzentration in dem Garraum und eine elektronische Steuerung auf, die eine Auswerteschaltung mit einem Zeitglied und einen Speicher enthält und mit dem Sauerstoffsensor und einer als Widerstandsbeheizung ausgebildeten Heizquelle zur Beheizung des Garraums in Signalübertragungsverbindung steht. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wurde ein amperometrisch betriebener Festkörperelektrolyt-Sensor auf Zirkonoxidbasis verwendet.

**[0020]** Der Garraum des erfindungsgemäßen Gargeräts wird während des Betriebs, wie üblich, mit Umgebungsluft durchspült. Dabei wird Umgebungsluft mittels eines in dem Gargerät angeordneten Gebläses durch Lufteinlassöffnungen angesaugt und Wrasen über einen Wrasenkanal aus dem Garraum abgesaugt. Hierbei ist das Volumen der durch den Garraum gesaugten Umgebungsluft in jedem Fall deutlich größer als das Volumen der während des Garvorgangs von dem Gargut ab-

gegebenen Gase. Somit wird durch den Sensor eine momentane Gaskonzentration detektiert, da die durch den Garvorgang entstehenden Gase durch das Gebläse fortlaufend abgesaugt und damit aus dem Garraum entfernt werden. Es kommt nicht zu einer Aufkonzentration dieser Gase in dem Garraum.

**[0021]** Das erfindungsgemäße Gargerät kann wahlweise mit oder ohne Katalysator ausgerüstet sein, wobei der Katalysator auf dem Fachmann bekannte Weise in dem Wrasenkanal angeordnet ist. Handelt es sich um ein Gargerät mit Katalysator ist es grundsätzlich vorteilhaft, den Sensor in Strömungsrichtung nach dem Katalysator anzuordnen, da das an die Auswerteschaltung weitergeleitete Ausgangssignal des Sensors auf diese Weise verstärkt wird. Dies ist der Fall, weil die aus dem Gargut entweichenden und oxidierbaren Gasmoleküle durch die Einwirkung des Katalysators oxidieren und so die Anzahl der Gasmoleküle, die die Atmosphäregase verdrängen, nach dem Katalysator ansteigt. Dabei wird Sauerstoff verbraucht. Wird, wie in diesem Ausführungsbeispiel, ein Sauerstoffsensor verwendet, so wird die Sauerstoffkonzentration in Strömungsrichtung hinter dem Katalysator in stärkerem Maße verringert als bei einem Einbau des Sauerstoffsensors in Strömungsrichtung vor dem Katalysator. Werden Sensoren eingesetzt, die Gase detektieren, die bei dem Garvorgang entstehen und von dem Gargut abgegeben werden, wird deren Ausgangssignal aufgrund der Zunahme der Anzahl der Gasmoleküle ebenfalls verstärkt. Dadurch wird zum einen die Auswertung des Ausgangssignals und damit die Steuerung des Garvorgangs weiter verbessert. Zum anderen ist es möglich, einen weniger empfindlichen und damit kostengünstigeren Sensor zu verwenden.

**[0022]** Der Einbau des Sensors in Strömungsrichtung nach dem Katalysator ist grundsätzlich für alle geeigneten Sensoren möglich und aus den oben genannten Gründen sinnvoll. Dies gilt jedoch nicht bei der Verwendung eines Kohlendioxid-Sensors, also wenn die Konzentration von Kohlendioxid erfasst und für das erfindungsgemäße Verfahren verwendet werden soll, da der zeitliche Verlauf der Kohlendioxidkonzentration von dem Verlauf der anderen Atmosphäregase wie auch der anderen während des Garvorgangs durch das Gargut freigesetzten Gase abweicht. Während die Konzentration dieser Gase von einem Anfangswert bzw. Null auf einen Extremwert ansteigt bzw. abfällt und der Zeitpunkt, an dem dieser Extremwert erreicht wird, mit dem Garzeitende übereinstimmt, überschreitet die Kohlendioxidkonzentration während des Garvorgangs einen Maximalwert, fällt dann wieder ab und erreicht zum Zeitpunkt des Garzeitendes den Wert Null. Der Verlauf der Kohlendioxidkonzentration entspricht somit qualitativ den Verläufen der ersten zeitlichen Ableitungen der anderen Gaskonzentrationen.

**[0023]** Durch den Katalysator wird zusätzlich Kohlendioxid gebildet, so dass durch die Anordnung des Kohlendioxid-Sensors in Strömungsrichtung nach dem Katalysator das Ausgangssignal zur Steuerung des Gar-

vorgangs im Unterschied zu den anderen Gasen nicht verstärkt, sondern in ungewünschter Weise verfälscht wird. So würde aufgrund von Zersetzungsreaktionen am Katalysator dann noch eine Kohlendioxidkonzentration erfasst, obwohl das tatsächliche Garzeitende bereits erreicht worden wäre.

**[0024]** Ferner sind bei dem Ausführungsbeispiel ebenfalls mit der Steuerung in Signalübertragungsverbindung stehende Bedien- und Anzeigeelemente vorgesehen. Die Bedien- und Anzeigeelemente dienen beispielsweise dazu, die auszulösende Gargerätfunktion, wie beispielsweise "Schnellabkühlen", durch das automatische Einschalten des Gebläses bzw. die automatische Erhöhung der Gebläsedrehzahl, oder "Warmhalten", durch die automatische Reduzierung der Heizleistung der Heizquelle, manuell festzulegen. Denkbar ist auch, dass dies über die Anwahl eines in einem Speicher des Gargeräts abgespeicherten Rezepts automatisch erfolgt.

**[0025]** In Fig. 1 ist ein Temperatur-Zeit-Diagramm zu dem erfindungsgemäßen Verfahren mit zwei beispielhaften Temperaturverläufen gezeigt. Es ist jeweils der Temperaturverlauf der niedrigsten Temperatur im Teig, also die Kerntemperatur, dargestellt. Die Kurve a zeigt den Temperaturverlauf bei einem auf einem Backblech ausgebreiteten Teig und die Kurve b zeigt den Temperaturverlauf bei einem auf einem Backblech abgelegten Stück Rindfleisch.

**[0026]** Der Teig auf dem Backblech und das Stück Rindfleisch werden in den Garraum eingebracht und die Tür wird geschlossen. Beide Proben sind frisch zubereitet, so dass das Gargut jeweils Raumtemperatur, also etwa 20°C hat. Wird der Garvorgang mittels des Bedienelements gestartet, also die Heizquelle eingeschaltet, steigt die Temperatur in dem Teig auf dem Backblech schneller auf eine Maximaltemperatur als die Temperatur in dem Stück Rindfleisch, siehe Kurven a, b. Während die Maximaltemperatur bei allen Backvorgängen etwa 98°C ist, variiert die Maximaltemperatur im Kern bei Fleisch. Beispielsweise beträgt die Maximaltemperatur bei Rindfleisch etwa 85°C und bei Schweinefleisch etwa 75°C. Sobald die jeweilige Maximaltemperatur erreicht ist, ist der Garvorgang beendet und die Heizquelle kann manuell vom Benutzer oder mittels der Steuerung automatisch abgeschaltet werden.

**[0027]** In Versuchen wurde festgestellt, dass die Gasabgabe der aus dem Gargut entweichenden Gase und die Feuchtigkeitsabgabe bei der Maximaltemperatur, also bei Beendigung des Garvorgangs, maximal ist. Danach sinkt die Gasabgabe bzw. die Feuchtigkeitsabgabe aus dem Gargut wieder ab, weil die chemischen Reaktionen in dem Gargut während des Garvorgangs abgeschlossen sind und/oder weil das Gargut im weiteren zeitlichen Verlauf trockener wird und deshalb auch weniger Wasserdampf aus dem Gargut austritt. Die hiervon abweichenden Gegebenheiten bei Kohlendioxid wurden bereits erläutert.

**[0028]** Ein gutes Garergebnis ist beispielsweise er-

zielbar, wenn die Heizquelle abgeschaltet wird, sobald der Wert des Garquotienten nach dem Beginn des Garvorgangs und dem damit verbundenen Aufheizen des Garguts einen Garendewert unterschreitet. Der Garquotient entspricht dabei dem Verhältnis der ersten Ableitung des Ausgangssignals nach der Zeit zu einem zeitlich vorher und nach dem Beginn des Garvorgangs ermittelten erstmaligen Extremwert der ersten Ableitung des Ausgangssignals nach der Zeit.

**[0029]** Bei der Verwendung eines Sauerstoffsensors würde der Extremwert als Minimum ausgebildet sein, da der zu Beginn des Garvorgangs in dem Garraum befindliche Sauerstoff während des Garvorgangs zum einen von aus dem Gargut entweichenden Gasen und Feuchtigkeit verdrängt und zum anderen bei dem Garvorgang durch chemische Reaktionen verbraucht wird. Abweichend hiervon würde bei der Messung von aus dem Gargut entweichenden Gasen der Extremwert als Maximum ausgebildet sein. Gleiches gilt für die aus dem Gargut entweichende Feuchtigkeit, also den Wasserdampf.

**[0030]** Für die Verarbeitung in der Auswerteschaltung ist es zweckmäßig, dass hierfür nur positive Werte verwendet werden. Dies ist auf einfache Weise durch die Verwendung der Funktion  $f'_{(1-O_2)}$  anstelle der Originalfunktion  $g'_{(O_2)}$  ermöglicht, siehe Fig. 2.

**[0031]** Fig. 2 zeigt einen beispielhaften zeitlichen Verlauf der Funktion  $f_{(1-O_2)}$  bzw. der ersten Ableitung der Funktion  $f$  nach der Zeit,  $f'$ .

**[0032]** Zu Beginn des Garvorgangs, also bei  $t=0$ , hat die Funktion  $f$  einen Anfangswert, der nur von der Sauerstoffkonzentration in der Umgebung abhängig ist. Während des Garvorgangs sinkt die Sauerstoffkonzentration, wie oben bereits beschrieben, so dass der Wert von  $f$  steigt. Die Funktion  $f$  durchläuft dabei einen Wendepunkt, also in dem das Maximum der Steigung von  $f$  durchschritten wird, und steigt bis zu einem Maximalwert weiter an.

**[0033]** Zur Steuerung des Garvorgangs wird für alle zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeigneten Gase die erste zeitliche Ableitung  $f'$  verwendet, siehe ebenfalls Fig. 2.

**[0034]** Zu Beginn des Garvorgangs ist  $f'=0$ . Während des Garvorgangs steigt der Wert von  $f'$  und erreicht zu dem Zeitpunkt, an dem  $f$  den Wendepunkt durchläuft einen Maximalwert. Während der Garvorgang weiter fortschreitet nimmt der Wert von  $f'$  wieder ab und erreicht zu dem Zeitpunkt den Wert Null zu dem  $f$  den Maximalwert erreicht.

**[0035]** Der Garvorgang ist beendet, also das Garzeitende  $t_{\text{Ende}}$  ist erreicht, sobald der Wert des Garquotienten den Garendewert unterschreitet. Jedem Gargut ist ein beispielsweise durch Versuche ermittelter Garendewert zugeordnet und in dem Speicher der elektronischen Steuerung abgespeichert. Unter Gargut werden hier auch voneinander verschiedene Rezepte, also beispielsweise der Garendzustand von Rindfleisch verstanden. Da der Garquotient dem Verhältnis der ersten

Ableitung des Ausgangssignals nach der Zeit zu einem zeitlich vorher und nach dem Beginn des Garvorgangs ermittelten erstmaligen Extremwert, hier Maximalwert, der ersten Ableitung des Ausgangssignals nach der Zeit entspricht, kann der Garquotient erst nach Durchlaufen dieses Extremwerts ermittelt werden. Bis zu diesem Zeitpunkt wird der Garraum entweder nach einem durch den Benutzer eingegebenen Garprogramm oder nach einem vorher für alle Garprogramme festgelegten Aufheizprogramm, beispielsweise ein für alle Gargüter geeignetes schonendes Aufheizprogramm, aufgeheizt. Sofern das erfindungsgemäße Gargerät mit einer automatischen Garguterkenennung ausgerüstet ist, erfolgt diese während dieser ersten Heizphase, also bis zum Erreichen des Extremwerts der ersten Ableitung des Ausgangssignals nach der Zeit. Die automatische Garguterkenennung ist weiter unten anhand der Fig. 3 und 4 näher erläutert.

**[0036]** Eine andere mögliche Ausführungsform sieht vor, dass das Ausgangssignal des Sensors in der Auswerteschaltung erst nach Ablauf einer vorher festgelegten Vorlaufzeit nach dem Beginn des Garvorgangs verarbeitet wird. Hierdurch ist gewährleistet, dass Störungen des Ausgangssignals während eines Anfangszeitraums nach dem Beginn des Garvorgangs sich nicht in ungewünschter Weise auf die Verarbeitung des Ausgangssignals auswirken können. Beispielsweise können Störungen des Ausgangssignals durch Schnellaufheizen, also ein Aufheizen mit der maximalen Heizleistung, oder durch das Einschalten eines Umluftgebläses bedingt sein. Die Folge sind lokale Extremwerte, also lokale Minimal- und Maximalwerte. Dabei kann die Zeitdauer für die Vorlaufzeit beispielsweise durch Versuche ermittelt und festgelegt werden.

**[0037]** Somit ist der Garvorgang bei dem erstmaligen Vorliegen der Bedingung  $\{f'/f'_{(\text{extrem})}\} < G$  beendet, also der Garzeitendezeitpunkt  $t_{\text{Ende}}$  erreicht und die Gargerätfunktion wird ausgelöst.

**[0038]** Der Garendewert  $G$  kann dabei positiv, gleich Null oder negativ sein. Der weitere Verlauf von  $f$  ist für die Steuerung des Garvorgangs nicht mehr relevant.

**[0039]** Ein Vorteil bei der Verwendung von  $f$  anstelle von  $f'$  besteht darin, dass nach dem Durchlaufen des Extremwerts für  $f'$  die Restgarzeit in Abhängigkeit des Ausgangssignals des Sensors mit einer hohen Genauigkeit und Reproduzierbarkeit in der Auswerteschaltung extrapoliert und auf dem Anzeigeelement angezeigt werden kann, da der Zeitpunkt, zu dem der Wert von  $f'$  extrem wird, weit vor dem Garzeitendezeitpunkt  $t_{\text{Ende}}$  liegt. Anstelle der Anzeige ist beispielsweise auch das Auslösen eines akustischen Signals denkbar.

**[0040]** Bei den obigen Ausführungen ist zu beachten, dass die Formulierungen Extremwert und Maximal- bzw. Minimalwert nicht streng mathematisch zu verstehen sind. Bei der vorliegenden Erfindung ist darunter ebenfalls ein Plateau zu verstehen, also wenn die Gaskonzentration für eine Zeitdauer auf dem höchsten bzw. niedrigsten Wert konstant bleibt.

**[0041]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist der Garzeitendezeitpunkt  $t_{\text{Ende}}$  der Zeitpunkt, bei dem das Gargut in dessen Kern fertig gegart ist. Beispielsweise ist die Oberflächenbräune des Garguts von der gewählten Garraumtemperatur abhängig. Gibt der Benutzer über die Bedienung Anzeigeelemente eine hohe Garraumtemperatur ein bzw. wird diese durch die Anwahl eines Rezepts für den Garvorgang automatisch festgelegt, so wird die Oberflächenbräune des Garguts zum Garzeitendezeitpunkt  $t_{\text{Ende}}$  stärker sein als bei einer niedrigeren Garraumtemperatur.

**[0042]** Die Verarbeitung des Ausgangssignals des Sensors in der elektronischen Steuerung ist nachfolgend näher erläutert:

**[0043]** Die Heizquelle des Gargeräts ist ausgeschaltet und eine Kuchenform mit Teig ist in den Garraum eingestellt. Die Tür ist geschlossen. Das Ausgangssignal des Sauerstoffsensors, beispielsweise eine von der Sauerstoffkonzentration in der Umgebung abhängige elektrische Spannung, wird über eine elektrische Leitung an die Auswerteschaltung der elektronischen Steuerung übermittelt. Dem Ausgangssignal wird mittels des Zeitglieds der Auswerteschaltung eine Zeitinformation zugeordnet. Das aus Ausgangssignal und Zeitinformation gebildete Wertepaar wird anschließend zur weiteren Verwendung in der Auswerteschaltung in dem Speicher abgespeichert. Da sich das Ausgangssignal des Sauerstoffsensors in Abhängigkeit von der Zeit noch nicht geändert hat, ist  $f'=0$ . Nachdem die Heizquelle des Gargeräts mittels des Bedienelements eingeschaltet worden ist, also die Heizquelle mittels der elektronischen Steuerung mit einer elektrischen Netzspannung elektrisch leitend verbunden worden ist, erwärmt sich der Garraum und damit auch der darin befindliche Teig.

**[0044]** Während des Garvorgangs, steigt die Konzentration an Gasen, die aus dem Gargut entweichen, an, so dass die Sauerstoffkonzentration und damit das elektrische Ausgangssignal verringert wird. Analoges gilt für den aus dem Gargut entweichenden Wasserdampf. Dadurch erhöht sich der in der Auswerteschaltung erzeugte Wert für  $f'$  bis auf einen Maximalwert. Dies wird durch den fortlaufenden Vergleich der abgespeicherten Wertepaare mit dem aktuell in der Auswerteschaltung gebildeten Wertepaar durch die elektronische Steuerung automatisch erkannt. Danach fällt der Wert von  $f'$  wieder ab. Die hierbei von dem Sauerstoffsensor an die Auswerteschaltung übermittelten Ausgangssignale werden zur Extrapolation der Restgardauer durch die Auswerteschaltung und deren Anzeige auf dem Anzeigeelement verwendet. Dabei wird der weitere Verlauf von  $f'$  mittels einer vorher festgelegten und in dem Speicher abgespeicherten Näherungsfunktion, beispielsweise der Geradengleichung, und dem aktuellen Ausgangssignal fortlaufend extrapoliert und die Zeitdauer bis zum Erreichen der Bedingung  $\{f'/f'_{(\text{extrem})}\} < G$ , also die Restgardauer, bestimmt. Ist die Bedingung  $\{f'/f'_{(\text{extrem})}\} < G$  tatsächlich erfüllt, wird die Heizquelle mittels der elek-

tronischen Steuerung abgeschaltet und ein Garzeiten-signal auf dem Anzeigeelement angezeigt.

**[0045]** Abweichend von dem vorliegenden Ausführungsbeispiel können auch Konzentrationen von durch den Garvorgang erzeugten Gasen oder von anderen Atmosphärgasen, insbesondere Stickstoff oder Kohlendioxid, verwendet werden. Einen Sonderfall bildet hierbei Wasserdampf, da Wasserdampf in der Atmosphäre vorhanden ist und darüber hinaus bei allen Backvorgängen erzeugt bzw. freigesetzt wird. Ferner ist neben oder alternativ zu dem Abschalten der Heizquelle auch das Auslösen anderer Gargerätfunktionen denkbar. Beispielsweise kann das Erreichen des Garzeitendes auf dem Anzeigeelement des Gargeräts angezeigt werden und/oder die Heizleistung der Heizquelle derart verringert werden, dass in dem Garraum eine Warmhaltenetemperatur herrscht. Ferner ist auch das Auslösen eines Schnellabkühlens des Garraums bzw. des Garguts denkbar.

**[0046]** Wie bereits ausgeführt ist es möglich, dass der Benutzer das Gargut mittels der Bedienelemente manuell auswählt. Bei einem erfindungsgemäßen Gargerät mit einem weiter verbesserten Bedienkomfort ist es auch denkbar, dass das Gargut des konkreten Garvorgangs über eine Garguterkenennung automatisch erkannt wird. Eine mögliche Ausführungsform sieht dabei vor, dass das Gargerät wenigstens zwei weitere Sensoren aufweist, wobei sich die einzelnen weiteren Sensoren hinsichtlich der detektierbaren Gasarten wenigstens in einer Gasart voneinander unterscheiden. Somit weist das erfindungsgemäße Gargerät insgesamt mindestens drei Sensoren S1, S2 und S3 zur Erfassung von Gaskonzentrationen auf, siehe Fig. 3. Je mehr Sensoren zur Garguterkenennung eingesetzt werden, desto genauer kann das konkrete Gargut bestimmt werden. Die einzelnen Ausgangssignale der Sensoren S1, S2 und S3 werden, analog zu den obigen Ausführungen, zwecks Verarbeitung an die elektronische Steuerung übertragen. Dabei ergibt sich aus der Zusammenschau der Ausgangssignale für jedes Gargut ein charakteristisches Muster M1 und M2. Diese Muster M1, M2 werden zeitlich vorher, beispielsweise durch Versuche, einzelnen Gargütern zugeordnet und in dem Speicher der elektronischen Steuerung abgespeichert. Durch den Vergleich der während des Aufheizens an die Auswerteschaltung übertragenen aktuellen Ausgangssignale mit den zeitlich vorher abgespeicherten Ausgangssignalen kann dann das konkrete Gargut des aktuellen Garvorgangs ermittelt werden.

**[0047]** Alternativ hierzu ist es möglich, die automatische Garguterkenennung mit lediglich einem einzigen Sensor S1 durchzuführen. In diesem Fall wird während der Aufheizphase ein vorher festgelegter Temperatur-Zeit-Verlauf mehrfach wiederholt. Dabei wird die Gaskonzentration durch den Sensor S1 zu verschiedenen Zeitpunkten erfasst und in der Auswerteschaltung ein Wertetripel aus Ausgangssignal S, Zeitinformation t und Temperatur T gebildet und in dem Speicher abgespei-

chart, siehe Fig. 4. Die Gesamtheit der während des Durchlaufens des Temperatur-Zeit-Verlaufs abgespeicherten Wertetripel bilden ein Muster, analog zu der obigen Ausführungsform. Die weitere Verarbeitung entspricht den vorgenannten Ausführungen.

**[0048]** In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist der Sensor gleichzeitig als ein weiterer Sensor S1 zur Gargutererkennung ausgebildet. Bei der letztgenannten Ausführungsform der automatischen Gargutererkennung wäre demnach ein einziger Sensor ausreichend, mit dem zum einen das Gargut automatisch erkennbar und zum anderen ein in dem Speicher abgespeicherter Garendewert in Abhängigkeit des automatisch erkannten Garguts ermittelbar wäre.

**[0049]** Die Erfindung ist nicht auf die vorgenannten Ausführungen beschränkt. Beispielsweise ist das erfindungsgemäße Verfahren und das Gargerät zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens für die Steuerung des Garvorgangs nicht auf eine Auswahl von Rezepten bzw. Gargütern, Betriebsarten oder Ofentemperaturen beschränkt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Garvorgangs bei einem Gargerät mit einem Garraum, an bzw. in dem eine Heizquelle zur Beheizung des Garraums angeordnet ist, mit einem Sensor zur Erfassung einer Gaskonzentration in dem Garraum und einer elektrischen oder elektronischen Steuerung, die eine Auswerteschaltung und einen Speicher aufweist und mit dem Sensor in Signalübertragungsverbindung steht, wobei das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweist:
  - Erstens, Ermittlung eines in dem Speicher abgespeicherten Garendewerts in Abhängigkeit eines manuell ausgewählten bzw. automatisch erkannten Garguts, mittels der Auswerteschaltung,
  - zweitens, Verarbeitung des Ausgangssignals des Sensors in der Auswerteschaltung zur Erzeugung eines Garquotienten, wobei der Garquotient dem Verhältnis der ersten Ableitung des Ausgangssignals nach der Zeit ( $f'$ ) zu einem zeitlich vorher und nach dem Beginn des Garvorgangs ermittelten erstmaligen Extremwert der ersten Ableitung des Ausgangssignals nach der Zeit ( $f_{(\text{extrem})}$ ) entspricht,
  - drittens, Vergleich des Werts des Garquotienten mit dem Garendewert (G) in der Auswerteschaltung und
  - viertens, Auslösen einer Gargerätfunktion erfolgt, sobald der Wert des Garquotienten nach dem Beginn des Garvorgangs den Garendewert (G) unterschreitet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Konzentration eines Atmosphärgases, insbesondere Sauerstoff, Stickstoff oder Kohlendioxid, durch den Sensor erfasst wird.
3. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Gargerätfunktion das automatische Abschalten der Heizquelle zur Beheizung des Garraums und/oder ein Garzeitensignal ausgelöst wird.
4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem erstmaligen Erreichen eines Extremwerts der Gaskonzentration oder der ersten zeitlichen Ableitung der Gaskonzentration ( $f_{(\text{extrem})}$ ) nach dem Beginn des Garvorgangs die Restgarzeit in Abhängigkeit der Ausgangssignale des Sensors extrapoliert und auf einem Anzeigeelement des Gargeräts zur Anzeige gebracht wird.
5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Extremwert ein Maximalwert ist.
6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausgangssignal des Sensors in der Auswerteschaltung erst nach Ablauf einer vorher festgelegten Vorlaufzeit nach dem Beginn des Garvorgangs verarbeitet wird.
7. Gargerät zur Durchführung eines Verfahrens nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, mit einem Garraum, an bzw. in dem eine Heizquelle zur Beheizung des Garraums angeordnet ist, mit einem Sensor zur Erfassung einer Gaskonzentration in dem Garraum und einer elektrischen oder elektronischen Steuerung, die eine Auswerteschaltung und einen Speicher aufweist und mit dem Sensor in Signalübertragungsverbindung steht.
8. Gargerät nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gargerät wenigstens zwei weitere Sensoren (S1, S2, S3) aufweist, wobei sich die einzelnen weiteren Sensoren (S1, S2, S3) hinsichtlich der detektierbaren Gasarten wenigstens in einer Gasart voneinander unterscheiden.
9. Gargerät nach mindestens einem der Ansprüche 7 oder 8,

**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Sensor gleichzeitig als ein weiterer Sensor (S1) ausgebildet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

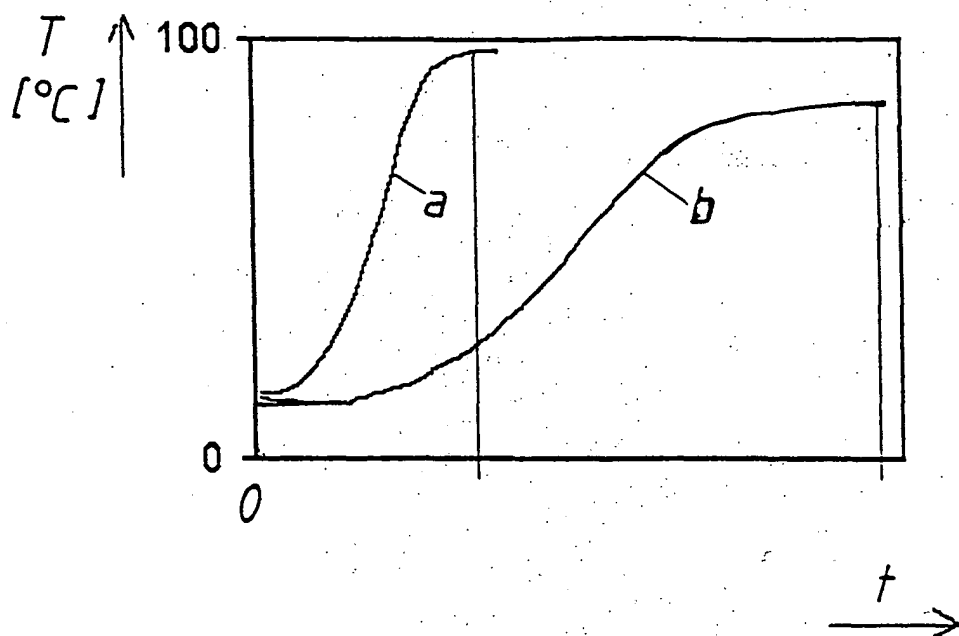


FIG. 1

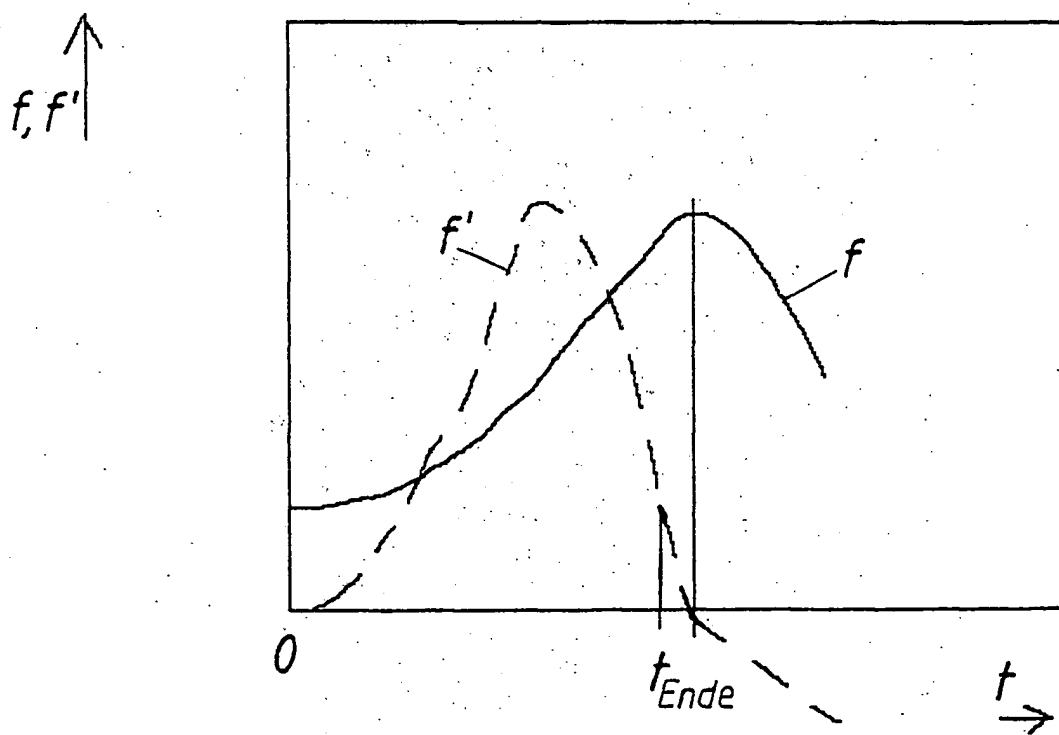


FIG. 2

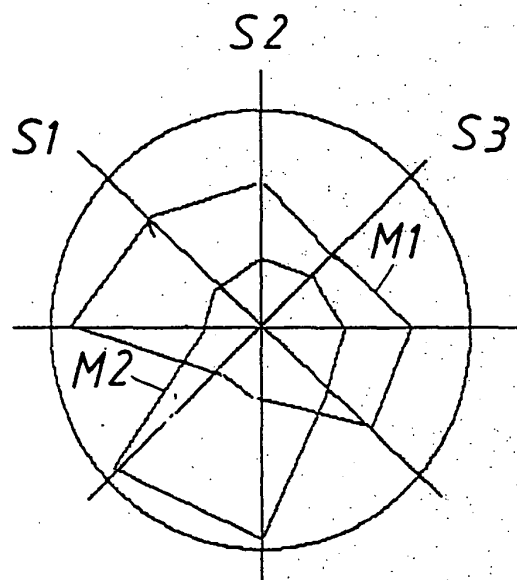


FIG. 3

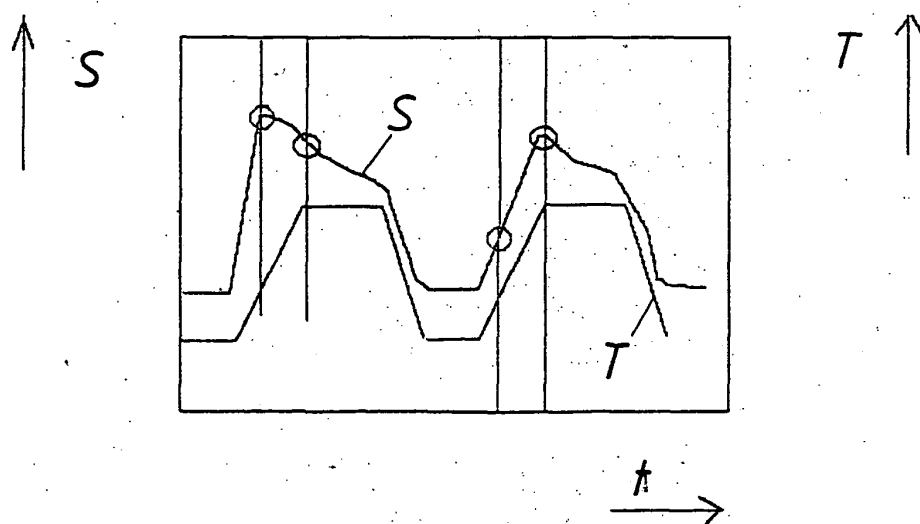


FIG. 4