

(19)



(11)

EP 2 098 788 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.09.2009 Patentblatt 2009/37

(51) Int Cl.:
F24C 7/08 (2006.01) F24C 15/32 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09153972.6**

(22) Anmeldetag: **27.02.2009**

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

(30) Priorität: **03.03.2008 DE 102008012190**

(71) Anmelder: **Rational AG
86899 Landsberg/Lech (DE)**

(72) Erfinder:
• **Brinkmann, Torsten
87665 Mauerstetten (DE)**
• **Contius, Janine
22941 Jersbek (DE)**
• **Greiner, Michael
86899 Landsberg (DE)**
• **Haas, Christine
86899 Landsberg (DE)**

- **Hömmе, Regina
86152 Augsburg (DE)**
- **Heim, Martin
88179 Oberreute (DE)**
- **Klasmeier, Jürgen
86899 Landsberg (DE)**
- **Klimm, Karin
87648 Aitrang (DE)**
- **Kling, Judith
86899 Landsberg (DE)**
- **Lauterbach, Katrin
86899 Landsberg (DE)**
- **Nielsen, Reinhard
86899 Landsberg (DE)**

(74) Vertreter: **Weber-Bruls, Dorothée
Forrester & Boehmert
Pettenkoferstrasse 20-22
80336 München (DE)**

(54) **Verfahren zum Führen eines Garprozesses und Gargerät hierfür**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Führen eines Garprozesses zum Garen eines Garguts in einem Garraum eines Gargeräts, indem wenigstens ein Energieeintrag in den Garraum des Gargeräts in Abhängigkeit von wenigstens einem durch einen Anwender einstellbaren oder eingestellten Zielparameter geführt wird, wobei eine erste funktionale Abhängigkeit des Energieeintrags von zumindest zwei Zielparametern unter Überlagerung von zumindest einer ersten zweiten Abhängigkeit

des Energieeintrags von einem ersten Zielparameter und einer zweiten zweiten Abhängigkeit des Energieeintrags von einem zweiten Zielparameter bestimmt wird, und der Garprozess zum Erreichen der zwei Zielparameter unter Berücksichtigung der ersten funktionalen Abhängigkeit geführt wird, sowie ein Gargerät zum Durchführen solch eines Verfahrens.

EP 2 098 788 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Führen eines Garprozesses zum Garen eines Garguts in einem Garraum eines Gargeräts, indem wenigstens ein Energieeintrag in den Garraum des Gargeräts in Abhängigkeit von wenigstens einem durch einen Anwender einstellbaren oder eingestellten Zielparametergeführt wird; sowie ein Gargerät für ein solches Verfahren.

[0002] Garverfahren zum Führen von automatischen Garprozessen sind aus dem Stand der Technik allgemein bekannt. Aus der DE 10 2004 040 655 A1 der Anmelderin ist beispielsweise ein Verfahren zum Steuern eines Delta-T-Garprozesses bekannt, bei dem die Garraumtemperatur schon vor Erreichen einer durch einen Anwender eingestellten Soll-Kerntemperatur eines Garguts reduziert wird, um ein Überspringen der Kerntemperatur des Garguts und damit ein Übergaren des Garguts zu verhindern. Mit dem dort angegebenen Verfahren lässt sich also aufgrund der Auswertung des Kerntemperaturverlaufs eines Garguts eine Verbesserung eines Garergebnisses erzielen, wobei die Soll-Kerntemperatur in Abhängigkeit von dem Gewicht, der Dichte, der Bemaßung, dem Durchmesser, dem Reifegrad, dem pH-Wert, dem Lagerungszustand, der Konsistenz, dem Geruch, der Bräunung, der Krustenbildung, der Wärmeleitfähigkeit, dem Geschmack, der Qualität, der Hygiene, der anfänglichen Kerntemperatur, der anfänglichen Randzonentemperatur und/oder der anfänglichen Oberflächentemperatur errechnet werden kann.

[0003] Aus der DE 10 2005 057 585 B3 ist ein gattungsgemäßes Verfahren bekannt, bei dem aus der Differenz einer Ist-Kerntemperatur und einer Soll-Kerntemperatur oder in Abhängigkeit von der Ableitung der Kerntemperatur nach der Zeit bei Überschreiten eines Schwellenwerts die Garraumtemperatur für eine vorher festgelegte Zeitdauer erhöht wird. Dadurch soll erreicht werden, dass ein gewünschter Garendzustand im Kern und an der Oberfläche, der beispielsweise durch eine Bräunung bestimmt ist, eines zu behandelnden Garguts zuverlässig und reproduzierbar erreicht werden kann. Nachteilig ist hieran, dass lediglich der Zeitpunkt, bei dem während eines Garprozesses die Garraumtemperatur zum Erzeugen der Bräunung um einen vorher festgelegten Wert erhöht wird, gesteuert wird. Die Zeitdauer, bei der das Gargut der erhöhten Temperatur ausgesetzt wird, oder die Höhe der Garraumtemperatur sind dabei durch die Eingabe des Anwenders am Gargerät bestimmt. Spezifische Eigenschaften des Garguts, die das Ergebnis des Garprozesses beeinflussen, können mit solch einem Verfahren jedoch nicht berücksichtigt werden.

[0004] Die DE 10 2004 052 660 A1 der Anmelderin betrifft ein Verfahren zum Garen von Gargutchargen, die aus einer Vielzahl an individuellen Gargütern unterschiedlichsten Kalibers zusammengesetzt sind, und zwar unter Einsatz eines Garprozessfühlers, der zuerst in das Gargut eingeführt wird, das das jeweils kleinste Kaliber hat. Bei Erreichen eines gewünschten Garerfolges für das Gargut des kleinsten Kalibers findet eine Umsteckung des Garprozessfühlers in das Gargut mit dem nächstkleinsten Kaliber statt. Anhand des Anstiegs der Kerntemperatur pro Zeit bei definierter Garraumtemperatur und Lüfterstufe, dass heißt bei einem definierten Energieübertrag, kann erkannt werden, um welches Kaliber es sich bei dem jeweils zu vermessenden Gargut handelt. Sobald das Kaliber des Gargutes ermittelt worden ist, kann der Garprozess in entsprechender Weise an dieses Kaliber angepasst werden, um das gewünschte Garresultat, insbesondere betreffend den internen sowie externen Gargrad des jeweiligen Gargutes, zu erreichen. Dabei wird auch berücksichtigt, dass bei einem größeren Gargut die Bräunungsphase in der Regel länger dauert als bei einem kleineren Gargut, weshalb es sich empfiehlt, diese Phase bei niedrigeren Temperaturen zu fahren als bei einem kleineren Gargut, das die gleiche Endbräunung erhalten soll. Eine Wechselwirkung zwischen dem internem und externen Gargrad wird hierbei jedoch nicht berücksichtigt.

[0005] Die EP 1 847 203 A1 offenbart eine Gargut-Zubereitung mit Dampfaustritt-Detektion, bei der ein Garverfahren mit drei Phasen zum Einsatz kommt, nämlich mit einer Aufwärmphase, einer Garphase sowie einer Bräunungsphase. Ziel der Garphase ist es, je nach Art des Gargutes, das Gargut zu garen, wobei die Temperatur im Gargut auf einen Wert von 85 bis 99 Grad Celsius gehalten werden soll, während eine Oberflächentemperatur des Gargutes von mehr als 100 Grad Celsius zu vermeiden ist, da dies zu einer unerwünschten Austrocknung oder Schwärzung führt. In der Bräunungsphase hingegen wird die Temperatur im Garraum erhöht, um dann eine Bräunung oder Trocknung des Gargutes zu erhalten. Dieses Verfahren ermöglicht jedoch nicht das gezielte Einstellen einer gewünschten Kerntemperatur und einer gewünschten Bräunung.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt also die Aufgabe zugrunde, das gattungsgemäße Verfahren derart weiterzuentwickeln, dass die Nachteile des Stands der Technik überwunden werden. Insbesondere sollen Garprozesse bezüglich dem Erreichen eines durch einen Anwender vorgegebenen Endzustands und damit die Qualität des entsprechenden Garergebnis verbessert werden.

[0007] Die vorliegende Aufgabe wird dadurch gelöst, dass eine erste funktionale Abhängigkeit des Energieeintrags von zumindest zwei Zielparametern unter Überlagerung von zumindest einer ersten zweiten Abhängigkeit des Energieeintrags von einem ersten Zielparameter und einer zweiten zweiten Abhängigkeit des Energieeintrags von einem zweiten Zielparameter bestimmt wird, und der Garprozess zum Erreichen der zwei Zielparameter unter Berücksichtigung der ersten funktionalen Abhängigkeit geführt wird.

[0008] Dabei kann vorgesehen sein, dass der Energieeintrag in den Garraum ein Maß für die Energie ist, mit der das Gargut beaufschlagt wird, bestimmt durch die Einstellung einer Soll-Garraumtemperatur (GT_{Soll}), der Leistung einer

Heizeinrichtung, insbesondere einer Mikrowellenerzeugungseinrichtung, einer Soll-Feuchte, der Leistung einer Feuchtigkeitzufuhr-und/oder abfuhreinrichtung, insbesondere eines Dampfgenerators, einer Soll-strömungsgeschwindigkeit, der Umdrehungsgeschwindigkeit einer Gebläseeinrichtung, insbesondere eines Lüfterrads zur Umwälzung der Garraum-atmosphäre, und/oder der Umluftgeschwindigkeit im Garraum des Gargeräts, wobei vorzugsweise eine Erhöhung des

Energieeintrags durch eine Erhöhung der Soll-Garraumtemperatur (GT_{Soll}) bewirkt wird.
[0009] Erfindungsgemäße Verfahren können sich dadurch auszeichnen, dass als Zielparameter ein Gargrad, insbesondere ein interner Gargrad, wie die Soll-Kerntemperatur (KT_{Soll}), ein externer Gargrad, wie die Wunschbräunung (B) und/oder die Wunschkrostierung, und/oder die Änderung des Gargrades als Funktion der Zeit, die Garzeit und/oder Gargeschwindigkeit, der Gewichtsverlust und/oder die Änderung des Gewichtsverlusts als Funktion der Zeit und/oder die Zartheit des Garguts und/oder die Änderung der Zartheit des Garguts als Funktion der Zeit ausgewählt wird bzw. werden.

[0010] Weiterhin kann vorgesehen, dass der Energieeintrag gemäß der ersten funktionalen Abhängigkeit zusätzlich von wenigstens einem Gargutparameter abhängt, wobei als Gargutparameter das Kaliber, das Gewicht, die Vorbehandlung, der Zustand und/oder die Menge des Garguts ausgewählt wird bzw. werden, und der Gargutparameter über zumindest einen Sensor und/oder durch Eingabe des Anwenders bestimmt wird.

[0011] Hierbei kann es von Vorteil sein, dass das Kaliber des Garguts durch den Anstieg der Kerntemperatur des Garguts über die Zeit und/oder durch eine Erfassung der Geometrie, insbesondere mit einem optischen Sensor und/oder einem Ultraschallsensor, bestimmt wird, das Gewicht des Garguts durch einen Gewichtssensor bestimmt wird, die Vorbehandlung und/oder der Zustand des Garguts mit einem Sensor zur Erfassung des chemischen Zustands der das Gargut umgebenden Garraum-atmosphäre bestimmt wird und/oder die Menge des Garguts durch den Anstieg der Garraumtemperatur über die Zeit und/oder mit einem Sensorsystem zur Bestimmung der Anzahl von im Garraum angeordneten Einschüben und/oder durch die Stärke der Absorption von Mikrowellenleistung im Garraum bestimmt wird.

[0012] Erfindungsgemäße Verfahren können sich **dadurch auszeichnen, dass** der Zielparameter und/oder der Gargutparameter über eine Eingabeeinrichtung eingegeben und/oder eine Leseeinrichtung eingelesen werden.

[0013] Auch kann vorgesehen sein, dass die erste zweite und zweite zweite funktionale Abhängigkeit des Energieeintrags von den beiden Zielparametern empirisch, insbesondere jeweils unter Bestimmung eines mathematischen Fits, vorzugsweise in Form einer linearen Regression, bestimmt werden, und/oder die erste funktionale Abhängigkeit durch, insbesondere linear, abhängige Überlagerung, insbesondere Summierung, der ersten zweiten und zweiten zweiten funktionalen Abhängigkeiten berechnet wird.

[0014] Ausführungsbeispiele der Erfindung können dadurch gekennzeichnet sein, dass als der erste Zielparameter der interne Gargrad, insbesondere die Soll-Kerntemperatur (KT_{Soll}), und als der zweite Zielparameter der externe Gargrad, insbesondere die Wunschbräunung (B), ausgewählt werden, oder als der erste Zielparameter der interne Gargrad, insbesondere die Soll-Kerntemperatur (KT_{Soll}), und als der zweite Zielparameter der Wunschgewichtsverlust (WG) ausgewählt werden.

[0015] Bevorzugte erfindungsgemäße Verfahren können auch dadurch gekennzeichnet sein, dass in dem Fall, in dem die Soll-Kerntemperatur (KT_{Soll}) als der erste Zielparameter und die Wunschbräune (B) als der zweite Zielparameter ausgewählt werden, die erste zweite Abhängigkeit in °C wie folgt lautet:

$$GT_{Soll} = m_1 * dKT + b,$$

wobei die Soll-Garraumtemperatur (GT_{Soll}) einen ersten Energieeintrag darstellt, der linear von dem durch die Änderung der Kerntemperatur (dKT) als Funktion der Zeit bestimmten Kaliber abhängt, m_1 eine Steigung und b eine, von der Wunschbräunung (B) abhängige, Grundtemperatur darstellen, die zweite zweite Abhängigkeit wie folgt lautet:

$$m_1 = m_2 * B,$$

wobei m_2 die Steigung der Steigung m_1 in Abhängigkeit der Wunschbräunung (B) ist, und sich daraus durch Überlagerung die folgende erste funktionale Abhängigkeit in °C ergibt:

$$GT_{Soll} = (m_2 * B) * dKT + b,$$

wobei die Soll-Garraumtemperatur (GT_{Soll}) den ersten Energieeintrag darstellt, der linear von der Wunschbräunung (B) unter Berücksichtigung des durch die Änderung der Kerntemperatur (dKT) als Funktion der Zeit bestimmten Kalibers abhängt.

[0016] Dabei kann es von Vorteil sein, dass die erste funktionale Abhängigkeit der Soll-Garraumtemperatur (GT_{Soll}) als Energieeintrag bei Vorgabe einer Soll-Kerntemperatur (KT_{Soll}) und einer Wunschbräunung (B) und bei Bestimmung des Kalibers des Garguts als Gargutparameter über die Änderung der Kerntemperatur (dKT) als Funktion der Zeit sich wie folgt in °C ergibt:

$$GT_{Soll} = m_2 * B * dKT + b + m_3 * KT_{Soll} + \text{Offset}_{KTA},$$

durch Addition einer dritten zweiten Abhängigkeit der Soll-Garraumtemperatur als Term Offset_{GT} , der wie folgt lautet:

$$\text{Offset}_{GT} = m_3 * KT_{Soll} + \text{Offset}_{KTA},$$

wobei m_3 die Stärke des Einflusses der KT_{Soll} auf die Bräunung darstellt und Offset_{KTA} die mit m_3 multiplizierte empirisch bestimmte, durch den Anwender einstellbare KT_{Soll} ist, bei der keine Veränderung der GT_{Soll} erfolgt, um die gewünschte Bräunung zu erhalten.

[0017] Andere bevorzugte erfindungsgemäße Verfahren können dadurch gekennzeichnet sein, dass in dem Fall, in dem die Soll-Kerntemperatur (KT_{Soll}) als der erste Zielparameter und der Wunschgewichtsverlust (WG) als der zweite Zielparameter ausgewählt werden, wobei der Wunschgewichtsverlust (WG) durch eine Funktion der Ist-Feuchte (F_{Ist}) bestimmt wird, die erste zweite Abhängigkeit wie folgt lautet:

$$GT_{Soll} = KT_{Soll} + a * KT_{Soll} - b,$$

wobei a die Steigung und b den Versatz von GT_{Soll} als Funktion von KT_{Soll} darstellen, zwei zweite zweite Abhängigkeiten wie folgt lauten:

$$a = -0,0083 * F_{Ist} + 0,8333$$

und

$$b = -0,3167 * F_{Ist} + 32,6637,$$

wobei F_{Ist} in Prozent angegeben wird, a dimensionslos ist und b die Einheit °C aufweist, und sich daraus durch Überlagerung die folgende erste funktionale Abhängigkeit in °C ergibt:

$$GT_{Soll} = KT_{Soll} + (-0,0083 * F_{Ist} + 0,8333) * KT_{Soll} - (-0,3167 * F_{Ist} + 32,6637).$$

[0018] Mit der Erfindung wird auch ein Gargerät, umfassend einen Garraum, eine Heizeinrichtung, eine Steuer- oder Regeleinrichtung, eine Speichereinrichtung und eine Eingabeeinrichtung, zum Durchführen eines erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagen, bei dem in der Speichereinrichtung wenigstens eine empirisch bestimmte Funktion zur ersten funktionalen Abhängigkeit gespeichert ist. Dabei kann vorgesehen sein, dass eine Feuchtigkeitszufuhr-und/oder -abfuhrereinrichtung, eine Gebläseeinrichtung, eine Sensoreinrichtung und/oder eine Ausgabeeinrichtung umfasst.

[0019] Mit dem erfindungsgemäßen Garverfahren ist es also möglich, ein von einem Anwender gewünschtes Garergebnis zu erreichen, obwohl eine Vielzahl unterschiedlicher Parameter einen Einfluss auf das Garergebnis haben. Dies geschieht, indem der Einfluss der Parameter auf den Energieeintrag, der notwendig ist, um das Garergebnis zu erreichen zu können, und die wechselseitige Beeinflussung der Parameter untereinander berücksichtigt werden. Dadurch ist es

beispielsweise möglich, einen Garprozess durch Anpassen der Soll-Garraumtemperatur so zu beeinflussen, dass unabhängig vom eingestellten inneren Gargrad, der einen ersten Zielparameter darstellt und insbesondere durch die Kerntemperatur des Garguts bestimmt ist, und dem Querschnitt des zu garenden Garguts, der einem Gargutparameter darstellt, ein durch den Anwender eingestellter zweiter Zielparameter in Form des äußeren Gargrads, insbesondere die Bräunung des Garguts, erreicht werden kann. Bei einem anderen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel ist es möglich, einen Garprozess durch Anpassung der Soll-Garraumtemperatur so zu beeinflussen, dass unabhängig von einer Abdampftrate eines Garguts ein eingestellter innerer Gargrad des Garguts, der einen ersten Zielparameter darstellt und insbesondere durch die Kerntemperatur des Garguts bestimmt ist, erreicht wird, wobei die Abdampftrate aufgrund eines Feuchtigkeitsverlusts des Garguts mit einem Gewichtsverlust des Garguts einhergeht und der Gewichtsverlust indirekt als ein zweiter Zielparameter fungiert, der möglichst minimal zu halten ist. Dieses Ausführungsbeispiel ermöglicht also eine Kompensation einer Abkühlung eines Garguts bei einem Austreten von Feuchtigkeit aus demselben.

[0020] Genauer gesagt werden erfindungsgemäß den z. B. vom Anwender eingestellten Wunschparametern bzw. Zielparametern und den durch das Gargut bestimmten Parametern bzw. Gargutparametern, die z. B. durch Auswertung von Sensordaten des Gargeräts bestimmt werden, bestimmte Energieeinträge in den Garraum des Gargeräts, wie z. B. die Garraumtemperatur, die Leistung eines Mikrowellengenerators, die Feuchte im Garraum und/oder die Geschwindigkeit der Luftumwälzung im Garraum, zugeordnet, während die gegenseitige Beeinflussung dieser Parameter und Einstellungen zumindest näherungsweise, z. B. durch zuvor durchgeführte Messungen, bekannt ist, so dass tatsächlich Wunschergebnisse erzielt werden. Die Stärke und damit die Kopplung, mit der sich diese Parameter gegenseitig und damit die Energieeinträge beeinflussen, kann dabei durch empirisch bestimmte mathematische Zusammenhänge ermittelt werden. In erster Näherung werden lineare Zusammenhänge zwischen den Parametern und dem Energieeintrag vermutet. Bei einer breiteren empirischen Datenbasis können jedoch auch andere funktionale Zusammenhänge zur Korrelation der Parameter mit den Energieeinträgen verwendet werden.

[0021] Der Energieeintrag in den Garraum ist ein Maß für die Energie, mit der das Gargut beaufschlagt wird. Bei Heißluftgargeräten wird er üblicherweise dadurch variiert, dass die Soll-Garraumtemperatur erhöht wird. Dies führt dazu, dass die Heizung des Gargeräts, die üblicherweise bei einer konstanten elektrischen Leistung oder Verbrennungsleistung arbeitet, solange angeschaltet bleibt, bis die Soll-Garraumtemperatur erreicht ist. Durch eine höhere Soll-Garraumtemperatur wird erreicht, dass der Temperaturgradient zwischen der Garraumatemosphäre und dem Gargut erhöht wird. Durch die Erhöhung des Temperaturgradienten wird wiederum der Eintrag von Wärmeenergie in das Gargut erhöht. Unter einer Erhöhung des Energieeintrags in den Garraum ist also zunächst eine Erhöhung der Soll-Garraumtemperatur zu verstehen.

[0022] Ebenso ist es aber möglich, den Energieeintrag dadurch zu erhöhen, dass die Leistung der Heizeinrichtung des Gargeräts verändert wird. Auch ist es vorstellbar, den Energieeintrag durch Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit der Garraumatemosphäre durch Anpassen der Lüfterdrehzahl in einem Umluftgargerät zu erhöhen. Eine verstärkte Konvektion führt nämlich dazu, dass das Gargut stärker mit heißer Garraumatemosphäre umströmt wird, wodurch sich die Dicke der wärmeisolierenden Gasschicht um das Gargut verringert, d. h. aus physikalischer Sicht die Alpha-Zahl verringert wird und so eine größere Leistung auf das Gargut übertragen werden kann, bzw. in einem gegebenen Zeitraum ein größerer Energieeintrag in das Gargut stattfinden kann. Durch die Vergrößerung des Energieeintrags in das Gargut wird auch automatisch der Energieeintrag in den Garraum erhöht, da der Garraum dann auch schneller durch das Gargut gekühlt wird. Zudem führen stärkere Reibungsverluste dazu, dass bei einer erhöhten Lüfterdrehzahl ein größerer Energieeintrag in den Garraum durch das Lüfterrad selbst stattfindet.

[0023] Bei einem Dampfgarer kann der Energieeintrag aber auch durch eine Veränderung der Leistung einer Heizeinrichtung im Dampferzeuger vergrößert werden, bzw. auch durch eine Veränderung des Feuchteintrags oder der Feuchteabfuhr aus dem Garraum. Der in den Garraum eingebrachte Dampf mit einer Temperatur von 100°C kondensiert vor allem am Gargut und führt somit zu einem Energieeintrag in den Garraum.

[0024] Eine weitere Möglichkeit der Anpassung eines Energieeintrags in den Garraum kann durch die Veränderung einer Mikrowellenleistung bei einem Gargerät mit Mikrowellenquelle erfolgen. Auch wenn nicht die gesamte Mikrowellenleistung durch das Gargut absorbiert wird und eine Verlustleistung im Magnetron der Mikrowellenerzeugungseinrichtung erfolgt, ist die eingestellte Leistung der Mikrowellenquelle über die Zeit dennoch ein gutes Maß für den Energieeintrag im Garraum.

[0025] Prinzipiell sind also alle einstellbaren Größen, die zu einer Veränderung des Energieeintrags in den Garraum und in das Gargut geeignet sind, zum zumindest zeitweiligen Anpassen eines Energieeintrags geeignet.

[0026] Zielparameter können entweder durch einen Anwender eingestellt oder durch einen Garprozess vorgegeben werden. Als Zielparameter kommen ein Gargrad, insbesondere die Soll-Kerntemperatur als interner Gargrad und/oder die Wunschbräune als externer Gargrad, die Garzeit, die Gargeschwindigkeit, der Gewichtsverlust und/oder die Zartheit des Garguts in Frage. Hierzu ist anzumerken, dass einige dieser Zielparameter zwar eng miteinander verknüpft sind, sich jedoch grundsätzlich voneinander unterscheiden, wie beispielsweise die Garzeit und die Gargeschwindigkeit. Die Unterschiede zwischen der Garzeit und der Gargeschwindigkeit für das Gargut ergeben sich insbesondere bei Garraumtemperaturen von unter 120°C. So werden große Bratenstücke bei niedrigeren Temperaturen gar gezogen, und

die Garqualität hängt im hohen Maße von der Geschwindigkeit des Garens ab, wobei ein langsam gegartes Stück Fleisch grundsätzlich eine höhere Qualität aufweist, als ein schnell gegartes Stück Fleisch. Zum Gewichtsverlust eines Garguts ist noch anzumerken, dass dieser Üblicherweise minimal zu halten ist, insbesondere bei Fleisch-Stücken, die die Tendenz aufweisen, durch Abdampfen Feuchtigkeit zu verlieren.

[0027] Die durch das Gargut gegebenen Parameter, also die Gargutparameter, können z. B. das Kaliber des Garguts, also eine dem Durchmesser des Garguts entsprechende Größe, die Vorbehandlung des Garguts, der Zustand des Garguts aber auch die Menge des Garguts sein. Unter dem Zustand des Garguts kann eine, durch eine Vorbehandlung des Garguts erzielte Gare verstanden werden, die beispielsweise durch die Bestimmung der Kerntemperatur des Garguts oder durch den Temperaturverlauf im Inneren des Garguts bestimmt wird. Ebenso kann der Zustand aber auch das Alter des Garguts umfassen, das beispielsweise mit Hilfe eines Gassensors, der den charakteristischen Geruch des Garguts analysiert, bestimmt wird.

[0028] Die gegenseitige Beeinflussung der verschiedenen Parameter untereinander und deren wechselseitige Einflüsse auf die Energieeinträge werden durch eine Überlagerung deren funktionaler Zusammenhänge erfindungsgemäß berücksichtigt, um so ein von den Parametern des Garguts unabhängiges, die Zielparame-ter aber möglichst genau treffendes, Garergebnis zu erreichen. Die Zielfunktionen werden z. B. durch eine einfache Überlagerung der einzelnen funktionalen Zusammenhänge bestimmt.

[0029] So werden beispielsweise, wenn ein linearer Zusammenhang zwischen der Masse des zu garenden Garguts und der einzustellenden Mikrowellenleistung sowie ein weiterer linearer Zusammenhang zwischen der durch den Anwender eingestellten Geschwindigkeit, mit der das Gargut gegart werden soll, und der Leistungseinstellung für die Mikrowelle vermutet wird, die beiden linearen Funktionen überlagert und so eine Funktion erzeugt, die den mathematischen Zusammenhang zwischen der einzustellenden Mikrowellenleistung und der Masse des im Garraum befindlichen Garguts und der vom Anwender eingestellten Geschwindigkeit des Garens ergibt. Gleichzeitig könnten die beiden Parameter auch einen Einfluss auf die zu verwendende Garraumtemperatur bzw. auf deren Verlauf haben. Für die Garraumtemperatur kann dann also ebenfalls wieder eine Funktion berechnet werden, die von den beiden Parametern gleichzeitig abhängt, indem die Abhängigkeiten der Garraumtemperatur von den einzelnen Parametern bei isolierter Betrachtung einfach überlagert werden.

[0030] Die Überlagerung geschieht beispielsweise durch eine gewichtete Addition der beiden Einzelfunktionen. Beeinflussen sich die verschiedenen Parameter jedoch auch gegenseitig, so muss, für den Fall, dass es sich um lineare Zusammenhänge handelt, der Einfluss eines Parameters auf die Steigung der Funktion, die die Abhängigkeit des Energieeintrags vom jeweils anderen Parameter beschreibt, berücksichtigt werden. Das Gleiche ist jedoch auch ohne weiteres für nicht lineare Zusammenhänge möglich, indem der wechselseitige Einfluss der Parameter untereinander in Vorfaktoren der nicht linearen Anteile der Funktion zur Beschreibung des Energieeintrags berücksichtigt wird. Ist der Energieeintrag beispielsweise quadratisch oder exponentiell von einem ersten Parameter abhängig und hat ein zweiter Parameter einen Einfluss auf den Energieeintrag und den ersten Parameter, so wird dies durch einen Faktor vor der quadratischen oder exponentiellen Komponente berücksichtigt und für den Fall eines exponentiellen Zusammenhangs auch durch einen Faktor im Exponenten der dort auftretenden Exponentialfunktion.

[0031] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung, in der Ausführungsformen erfindungsgemäßer Verfahren beispielhaft anhand von schematischen Zeichnungen erläutert werden. Dabei zeigt

Figur 1 einen funktionalen Zusammenhang zwischen der Soll-Garraumtemperatur (GT_{Soll}) und der durch einen Kunden eingestellten Wunschbräunung (B);

Figur 2 einen funktionalen Zusammenhang zwischen der GT_{Soll} und dem Kaliber (dKT) eines Garguts;

Figur 3 einen funktionalen Zusammenhang der GT_{Soll} von der Wunschbräunung (B) und dem Kaliber (dKT);

Figur 4 einen funktionellen Zusammenhang zwischen der Wunschbräunung (B) und der Steigung (m_1) der GT_{Soll} in Abhängigkeit des Kalibers (dKT) des Garguts; und

Figur 5 einen funktionalen Zusammenhang zwischen der Soll-Garraumtemperatur (GT_{Soll}) und der Soll-Kerntemperatur (KT_{Soll}).

[0032] Figur 1 zeigt den Einfluss einer durch einen Anwender eingestellten Wunschbräunung (B) eines Garguts (nicht gezeigt) auf eine Soll-Garraumtemperatur (GT_{Soll}). Dieser funktionale Zusammenhang kann empirisch gewonnen werden, indem die Bräunung eines bestimmten Garguts bei unterschiedlich eingestellten Garraumtemperaturen (GT) bestimmt wird. Der Grad der Bräunung kann dabei z. B. anhand eines Farbschemas bestimmt werden, wie dies in der Ökotrophologie zur Beurteilung der Färbung eines Garguts üblich ist. Hat man so zwei oder mehr unterschiedliche

Wunschbräunungen ermittelt, kann der funktionale Zusammenhang zwischen GT_{Soll} und B durch lineare Regression angenähert und somit bestimmt werden, sofern in diesem Bereich ein in etwa linearer Zusammenhang zwischen diesen Größen vermutet werden kann. Auf jeden Fall führt eine höhere Garraumtemperatur zur einer stärkeren Bräunung des Garguts.

[0033] Die Steigung der Geraden in Figur 1 und der GT_{Soll} -Achsenabschnitt hängen dabei von der Art des Garguts ab. Um den gleichen zusätzlichen Bräunungseffekt bei einem Stück Rindfleisch wie bei Butterplätzchen zu erreichen, ist beispielsweise eine größere Erhöhung der GT notwendig. Gleichzeitig ist aber auch die minimale GT, die nötig ist, um überhaupt einen Bräunungseffekt zu erzielen, bei Butterplätzchen geringer als bei Rindfleisch. Auch die Vorbehandlung des Garguts kann die Bräunungsgeschwindigkeit eines Garguts und damit die Steigung der Geraden in Figur 1 beeinflussen. Ein bereits außerhalb des Gargeräts in einer Pfanne angebratenes Stück Fleisch oder ein Stück Fleisch, auf dem eine zuckerhaltige Marinade aufgetragen wurde, ist dunkler bzw. bräunt schneller als ein entsprechend unbehandeltes Fleischstück. Die vom Anwender eingestellte Wunschbräunung (B) bestimmt also zunächst eine Basisgarraumtemperatur (GT_B).

[0034] Figur 2 zeigt den Einfluss des Kalibers, der im wesentlichen durch den Durchmesser des Garguts bestimmt wird, auf die Soll-Garraumtemperatur (GT_{Soll}) und auf die Bräunung. GT_{Soll} ist im Gegensatz zur Wunschbräunung (B), die ein Zielparаметer ist, der durch den Anwender am Gargerät eingegeben wird, ein Gargutparameter, der ausschließlich vom Gargut abhängt.

[0035] Das Kaliber des Garguts lässt sich beispielsweise dadurch ermitteln, dass der Anstieg der Kerntemperatur (dKT) bestimmt wird. Ein schneller Anstieg der Kerntemperatur erfolgt nämlich bei einem Gargut mit kleinem Kaliber, d. h. einem Gargut mit einem kleinen Durchmesser, während ein schneller Anstieg der Kerntemperatur bei einem Gargut mit großem Durchmesser bzw. großem Kaliber stattfinden wird.

[0036] Bei gleich bleibendem gewünschten Gargrad und gleich bleibender Wunschbräunung gilt, dass GT_{Soll} umso höher eingestellt werden muss, je kleiner das Kaliber des Garguts ist. Um den gleichen Bräunungseffekt zu erzielen, kann über eine kurze Zeit eine hohe Temperatur einwirken oder über eine längere Zeit eine niedrigere Temperatur. Ein Gargut mit kleinem Kaliber wird jedoch im Inneren wesentlich schneller gar als ein Gargut mit großem Kaliber, bei dem die Wärme eine längere Zeit braucht, um bis ins Innere des Garguts vorzudringen. Ebenso gilt, je größer das Kaliber des Garguts, desto niedriger muss GT_{Soll} eingestellt werden. Auch in diesem Fall wird ein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Größen vermutet. Mit Hilfe von empirisch gewonnenen Daten kann so eine lineare Funktion, die für ein bestimmtes Gargut und eine bestimmte Kerntemperatur stets die gleiche Bräunung bei unterschiedlichen Kalibern des Garguts erzeugt, bestimmt werden.

[0037] Ebenso lässt sich ein linearer funktionaler Zusammenhang zwischen der Soll-Garraumtemperatur und dem Zuckergehalt einer Marinade finden. Für empirische Versuche wird man den Zuckergehalt der Marinade direkt bestimmen. Zum Durchführen eines erfindungsgemäßen Verfahrens ist es notwendig, die Information über den Zuckergehalt der Marinade direkt oder verschlüsselt durch den Anwender eingeben zu lassen, oder einen Sensor zu nutzen, mit dem sich der Zuckergehalt der Marinade bestimmen lässt. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass die Oberfläche des Garguts mit Hilfe eines Fotosensors oder eines Infrarotsensors gemessen wird. Eine Marinade mit höherem Zuckergehalt verursacht nämlich bei gleicher Wärmewirkung, die über das Integral der Oberflächentemperatur über die Zeit berechnet wird, eine stärkere Bräunung und damit eine schnellere Verdunklung der Helligkeit der Oberfläche des Garguts. Ebenso kann der Zuckergehalt einer Marinade aber auch dadurch bestimmt werden, dass die Zunahme der Aromate in der Garraumatmosphäre gemessen wird, die üblicherweise bei solchen Marinaden auftreten. Verantwortlich für die Entstehung der Aromate ist dabei die Maillard-Reaktion. Die Zunahme der Aromate kann z. B. mit einer elektronischen Nase bestimmt werden, wie sie in der DE 10 2004 062 737 A1 der Anmelderin beschrieben ist.

[0038] Mit Hilfe des linearen funktionalen Zusammenhangs zwischen dem Zuckergehalt der Marinade und Soll-Garraumtemperatur kann so ein weiterer linearer Zusammenhang bestimmt werden.

[0039] Figur 3 zeigt die Abhängigkeit der Soll-Garraumtemperatur (GT_{Soll}) von sowohl der vom Anwender eingestellten Wunschbräunung (B) als auch dem Kaliber (dKT) des Garguts. Der Einfluss des Kalibers auf GT_{Soll} erhöht sich mit zunehmender Wunschbräunung B. Dies bewirkt, wie in Figur 3 dargestellt, eine veränderte Ausgangs-Garraumtemperatur GT in Abhängigkeit von B, wie an den unterschiedlichen GT_{Soll} -Achsenabschnitten der drei eingezeichneten Geraden zu erkennen ist. In Figur 3 sind für drei unterschiedliche Wunschbräunungen B drei unterschiedliche Geraden eingezeichnet, die den linearen Zusammenhang zwischen GT_{Soll} und dKT darstellen. Deutlich ist zu sehen, dass die drei Geraden nicht nur einen unterschiedlichen GT_{Soll} -Achsenabschnitt haben, sondern auch unterschiedliche Steigungen (m_1) aufweisen. Die Steigung m_1 der Geraden ist also bei höherer Wunschbräunung B größer bzw. bei niedrigerer Wunschbräunung B kleiner. Mathematisch lässt sich dieser Zusammenhang wie folgt formulieren:

$$(1) \quad GT_{Soll} = m_1 * dKT + b,$$

wobei b eine von der Wunschbräunung B abhängige Grundtemperatur ist, die den GT_{Soll} -Achsenabschnitt bestimmt. Gleichung (1) stellt den Einfluss der Wunschbräunung und damit die unterschiedlichen Steigungen m_1 der dKT -Verläufe durch eine Formel dar. Die Korrelation zwischen der eingestellten Wunschbräunung B und dem Kaliber, das über die Änderung der Kerntemperatur dKT als Funktion der Zeit bestimmt wird, ist daran zu erkennen, dass die beiden Funktionen

nicht einfach überlagert werden können, sondern die Steigung der Geraden m_1 , die den Zusammenhang zwischen GT_{Soll} und dKT darstellen, selbst von der Wunschbräunung B abhängen.

[0040] Figur 4 zeigt die Korrelation zwischen der eingestellten Wunschbräunung B und dem Kaliber durch die Abhängigkeit der Steigung m_1 von GT_{Soll} . Mit höherer Wunschbräunung nimmt die Steigung m_1 zu. Bei einem kleineren Kaliber muss mit zunehmender Wunschbräunung GT_{Soll} stärker erhöht werden, als bei einem großen Kaliber. Daraus ergibt sich für die Steigung m_1 ein weiterer linearer Zusammenhang, der sich durch die folgende Gleichung (2) mathematisch beschreiben lässt:

$$(2) \quad m_1 = m_2 * B,$$

wobei m_2 die Steigung der Steigung m_1 in Abhängigkeit von der Wunschbräunung B ist. Durch Einsetzen von Gleichung (2) in Gleichung (1) erhält man:

$$(3) \quad GT_{Soll} = (m_2 * B) * dKT + b.$$

[0041] Anhand dieser Gleichung (3) kann mit gleich bleibendem Soll-Gargrad, bei dem die Soll-Kerntemperatur stets den gleichen Zielwert hat, GT_{Soll} in Abhängigkeit von B und dKT errechnet werden.

[0042] Ausgehend von einer gleichen Wunschbräunung (B) und einer gleichen Kalibergröße lässt sich daraus auch ein linearer Einfluss des eingestellten Gargrads, d. h. der Soll-Kerntemperatur (KT_{Soll}), auf die Soll-Garraumtemperatur (GT_{Soll}) ableiten, woraus sich ein Offset für die GT_{Soll} ergibt, der im Anschluss als $Offset_{GT}$ bezeichnet wird.

[0043] Der Zusammenhang dieses Offsets und der durch den Anwender eingestellten KT_{Soll} ist in Figur 5 graphisch dargestellt. Darin ist der Einfluss von KT_{Soll} auf GT_{Soll} zu erkennen. Ein hoher eingestellter Gargrad, also eine hohe KT_{Soll} , führt zu einer längeren Garzeit. Dies würde bei gleich bleibender GT_{Soll} eine stärkere Bräunung nach sich ziehen. Um diesen Effekt zu kompensieren und eine gleich bleibende Bräunung unabhängig vom eingestellten Gargrad zu erreichen, wird GT_{Soll} wie gezeigt reduziert. Umgekehrt führt ein niedriger eingestellter Gargrad zu einer kürzeren Garzeit, so dass GT_{Soll} zum Ausgleich für die Bräunung erhöht werden muss. Dieser funktionale Zusammenhang ist in Gleichung (4) dargestellt:

$$(4) \quad Offset_{GT} = m_3 * KT_{Soll} + Offset_{KTA},$$

wobei m_3 die empirisch ermittelte Steigung des $Offset_{GT}$ ist, und $Offset_{KTA}$ der $Offset_{GT}$ -Achsenabschnitt (Y-Achsenabschnitt) der in Figur 5 dargestellten empirisch ermittelten Gleichung ist.

[0044] In der Praxis kann m_3 und $Offset_{KTA}$ ermittelt werden, indem bei unterschiedlichen KT_{Soll} Eingaben und bei unterschiedlichen Garraumtemperaturen das Gargut bis zur gewünschten KT_{Soll} -Eingabe gegart wird. Anschließend wird die Bräunung des Garguts beurteilt. Dabei gilt, je höher die KT_{Soll} -Eingabe, desto geringer sollte die GT_{Soll} zu wählen sein. Ausgehend von einem Bräunungsergebnis, das einem Wunschbräunungsergebnis bei einer gegebenen KT_{Soll} -Eingabe entspricht, kann für andere KT_{Soll} -Eingaben eine Abweichung von eben dieser GT_{Soll} eben in Form des $Offset_{GT}$ bestimmt werden. Bei unterschiedlichen KT_{Soll} -Eingaben werden sich also unterschiedliche Werte für den $Offset_{GT}$ ergeben. Erfahrungsgemäß ergibt sich hierbei ein linearer Zusammenhang, der bei der bekannten GT_{Soll} -Einstellung für die bekannte KT_{Soll} -Eingabe die X-Achse schneidet. Die Steigung m_3 wird durch lineare Regression ermittelt. Die $Offset_{KTA}$ ergibt sich ebenfalls aus der linearen Regression bzw. ist der $Offset_{GT}$, der bei einer KT_{Soll} -Eingabe von 0° C theoretisch oder auch praktisch das gewünschte Bräunungsergebnis liefert.

[0045] Selbstverständlich funktioniert das angegebenen Verfahren auch für andere Temperaturskalen, wie z. B. Fahrenheit oder Kelvin.

[0046] Figur 5 bzw. Gleichung (4) lässt sich zur Bestimmung der $Offset_{GT}$ dabei wie folgt auswerten. Wird eine relativ niedrige KT_{Soll} x durch den Anwender ausgewählt, z. B. $x = 50^\circ \text{ C}$, so wird die Soll-Garraumtemperatur um den Betrag A erhöht, z. B. $A = 30^\circ \text{ C}$. Die höhere Garraumtemperatur bewirkt eine schnellere Bräunung des Garguts im Garraum. Wird stattdessen eine sehr hohe KT_{Soll} y durch den Anwender eingegeben, z. B. $y = 80^\circ \text{ C}$, so liefert die $Offset_{GT}$ einen

negativen Beitrag B zur Garraumtemperatur, z. B. $B = 30^\circ \text{C}$. Durch die Reduzierung der Garraumtemperatur mit der negativen Offset_{GT} ist es möglich, die hocheingestellte KT_{Soll} zu erreichen, ohne dass das Gargut durch die lange Gardauer zu dunkel gebräunt wird.

[0047] Der Offset_{GT} stellt also einen weiteren Korrektur-Term da, der zur Berechnung des Energieeintrags zusätzlich addiert wird, um unabhängig von einem durch den Anwender angewählten ersten Zielparame-
ter zu erreichen. Der Offset_{GT} stellt also einen Korrektur-Term für die durch das Gargerät einzustellende Soll-Garraumtemperatur (GT_{Soll}) dar, damit die vom Anwender gewünschte Bräunung unabhängig von der vom Anwender gewünschten Kerntemperatur erreicht werden kann. Dazu wird der Offset_{GT}, der linear von der eingestellten KT_{Soll} abhängt, einfach zu der vom Gargerät einzustellenden GT_{Soll} addiert. Der Korrektur-Term kann positiv aber auch negativ sein, wie in Figur 5 dargestellt. Ab welcher KT_{Soll} -Eingabe des Anwenders ein negativer Korrektur-Term zur Anwendung kommt, wird durch die Offset_{KTA} bestimmt. Wie hoch der Wert der Offset_{KTA} ist, wird bei verschiedenen Gargütern unterschiedlich sein und muss somit empirisch bestimmt werden. Während die Offset_{KTA} definiert, ab welcher KT_{Soll} -Eingabe des Anwenders eine Korrektur der GT_{Soll} erfolgen soll (also wo der KT_{Soll} -Achsenabschnitt liegt), definiert die Steigung m_3 wie stark die lineare Abhängigkeit des zu addierenden bzw. subtrahierenden Korrektur-Terms für die GT_{Soll} von der durch den Anwender eingestellten KT_{Soll} -Eingabe abhängt.

[0048] Dieser Einfluss kann ebenfalls von der eingegebenen Wunschbräunung (B) abhängen. In diesem Fall ergibt sich wieder eine gekoppelte lineare Gleichung, wie sie beispielsweise in Gleichung (3) dargestellt ist. Mit dem Verfahren, das zur Herleitung von Gleichung (3) verwendet wurde, lassen sich also verschiedene Funktionen für Energieeinträge finden, bei denen die Parameter, von denen der Energieeintrag abhängt, sich gleichzeitig gegenseitig beeinflussen, also miteinander korrelieren.

[0049] Wird also beispielsweise der Einfluss des Offsets auf GT_{Soll} zu den bisherigen Erkenntnissen hinzugefügt, ergibt sich die folgende Gleichung (5):

$$(5) \quad GT_{\text{Soll}} = m_2 * B * dKT + b + m_3 * KT_{\text{Soll}} + \text{Offset}_{\text{KTA}}.$$

[0050] Gleichung (5) ergibt sich also aus Gleichung (3) und Gleichung (4). Die Steigung m_2 von m_1 in Abhängigkeit von B und die Steigung m_3 vom Offset_{GT} in Abhängigkeit von KT_{Soll} lassen sich in Laborexperimenten empirisch bestimmen. Ebenso können geeignete Grundtemperaturen b für die Wunschbräunung zuvor bestimmt werden. Die vom Anwender eingestellten Zielparame-
ter B und KT_{Soll} sind durch die Eingabe des Anwenders bekannt. Die Kalibergröße des Garguts dKT kann durch den Anstieg der Kerntemperatur über die Zeit bestimmt werden. Zur Bestimmung der Steigung m_2 ist zuvor die Bestimmung der Steigung m_1 der GT_{Soll} in Abhängigkeit des Kalibers notwendig. Als letzter Parameter muss schließlich noch Offset_{KTA} empirisch bestimmt werden.

[0051] Die Bestimmung von funktionalen Zusammenhängen von Energieeinträgen, wie der GT_{Soll} , in Abhängigkeit von Zielparame-
tern, wie der Wunschbräunung oder der Soll-Kerntemperatur, und/oder Gargutparametern, wie das Kaliber des Garguts, kann, wie eben beschrieben, durchgeführt werden und ist somit auch auf andere Formen von Energieeinträgen und andere Parameter übertragbar. Bei dem aufgeführten Beispiel ergibt sich also der Vorteil, dass unabhängig von verschiedenen Einflussgrößen, die durch die Parameter KT_{Soll} und dKT gegeben sind, stets die vom Anwender eingestellte Wunschbräunung B erzielt werden kann.

[0052] Im Anschluss wird noch auf die Problematik einer Abdampfrate eingegangen:

[0053] Ein Stück Fleisch, zum Beispiel in Form eines Bratens, wird herkömmlicherweise bei einer niedrigen Temperatur gar gezogen, weshalb die entsprechenden Garverfahren auch häufig als Niedertemperaturgaren bezeichnet werden. Das Garen wird dabei meist durch Erreichen einer Soll-Kerntemperatur bestimmt, ohne dass man jedoch die Soll-Garraumtemperatur der Soll-Kerntemperatur gleichsetzen kann, da von der Oberfläche des Fleischstückes Wasser abdampfen kann, was das Fleischstück kühlt, so dass die Soll-Garraumtemperatur dann oberhalb der Soll-Kerntemperatur liegen muss, um dieses Kühlen auszugleichen. Dies führt somit dazu, dass in dem Fall, in dem eine höhere Soll-Kerntemperatur benötigt wird, die Soll-Garraumtemperatur überproportional erhöht werden muss. Mit höherer Soll-Garraumtemperatur steigt nämlich die Abdampfrate auf der Gargutoberfläche.

[0054] Zudem spielt selbstverständlich die Ist-Feuchte im Garraum eine Rolle, die nicht nur durch das Gargut selbst, sondern, je nach Garverfahren, gegebenenfalls auch durch zugeführte (Fremd-)Feuchte bestimmt wird. Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen, dass bei steigendem Wasserdampfpartialdruck in der Atmosphäre des Garraums die Abdampfrate auf dem Gargut sinkt, was wiederum zu einer Reduzierung der Soll-Garraumtemperatur führen muss.

[0055] Schließlich ist auch zu berücksichtigen, dass die Feuchte in der Garraumatmosfera nicht dazu führen darf, dass es zu einer Kondensation auf einer Gargutoberfläche kommt, die dann zu einem Abspülen von Röststoffen, Gewürzen oder dergleichen führen kann.

[0056] Es liegt also ein komplexer Sachverhalt vor, in dem die diversen Größen, also der einstellbare Energieeintrag

sowie die Zielparameter, voneinander abhängen. Auf der Grundlage einer umfangreichen Empirik ist es erfindungsgemäß gelungen, diesen komplexen Sachverhalt in erste und zweite funktionale Abhängigkeiten aufzuteilen. Genauer gesagt ist es möglich, näherungsweise bei Vorgabe einer Soll-Kerntemperatur (KT_{Soll}) als ersten Zielparameter und einem Gewichtsverlust und somit einer Abdampfrate als zweiten Zielparameter die Soll-Garraumtemperatur wie folgt zu bestimmen:

$$(6) \quad GT_{Soll} = KT_{Soll} + a * KT_{Soll} - b.$$

[0057] Bei dieser Gleichung handelt es sich um eine erste zweite funktionale Abhängigkeit, bei der davon ausgegangen wird, dass die Soll-Garraumtemperatur eine lineare Funktion der Soll-Kerntemperatur ist, weshalb zwei Parameter verbleiben, nämlich einerseits die Steigung a (dimensionslos) und andererseits ein Versatz, der sich aus der Soll-Kerntemperatur und b (in °C) ergibt. Diese beiden Parameter lassen sich durch zwei zweite funktionale Abhängigkeiten empirisch bestimmen, nämlich wie folgt:

$$(7a) \quad a = -0,0083 * F_{Ist} + 0,8333$$

und

$$(7b) \quad b = -0,3167 * F_{Ist} + 32,6637.$$

[0058] Bei F_{Ist} handelt es sich um die Ist-Feuchte im Garraum, die in Prozent anzugeben ist, da sie die relative Feuchte beschreibt, und in einem Heißluftgargerät, bei dem also kein Fremd-Dampf in einen Garraum eingeführt wird, ein direktes Maß für die Abdampfrate und somit den Gewichtsverlust eines Garguts ist.

[0059] Setzt man nun die zweiten zweiten Abhängigkeiten in die erste zweite Abhängigkeit ein, so ergibt sich die erste funktionale Abhängigkeit wie folgt:

$$(8) \quad GT_{Soll} = KT_{Soll} + (-0,0083 * F_{Ist} + 0,8333) * KT_{Soll} - (-0,3167 * F_{Ist} + 32,6637),$$

wobei auf die Angabe der Einheit in °C der Übersicht halber verzichtet worden ist. Beträgt für ein bestimmtes Gargut bei einem ausgewählten Gewichtsverlust (Zielparameter) beispielsweise die Ist-Feuchte 40 % während eines Garvorgangs, so ergibt sich der Energieeintrag in Form einer Soll-Garraumtemperatur von $GT_{Soll} = 0,5 * KT_{Soll} - 20^\circ\text{C}$. Ist zudem eine Soll-Kerntemperatur von 60°C (Zielparameter) vorgegeben, so ist die Soll-Garraumtemperatur auf 70°C einzustellen.

[0060] Soll hingegen ein Abdampfen von Wasser von einer Gargutoberfläche gänzlich verhindert werden, also ein Gewichtsverlust von Null als Zielparameter vorliegen, muss mit gesättigter Feuchte gegart werden, also eine Feuchte von 100% durch einen Dampferzeuger eingestellt werden. In diesem Fall muss die Soll-Garraumtemperatur unterhalb einer gewünschten Soll-Kerntemperatur liegen, und ein Einsetzen der soeben angegebenen Werte in Gleichung (8) für die Soll-Garraumtemperatur ergibt, dass die Soll-Garraumtemperatur 1°C oberhalb der Soll-Kerntemperatur zu liegen hat. Bei beispielsweise $GT_{Soll} = KT_{Soll} + 0,5^\circ\text{C}$ besteht die Gefahr, dass KT_{Soll} nicht erreicht wird, während bei $GT_{Soll} = KT_{Soll} + 1,5^\circ\text{C}$ ein Übergaren beginnen kann.

[0061] Bei einem alternativen Ansatz wird die Soll-Garraumtemperatur auch in Abhängigkeit von der Steigung der Ist-Kerntemperatur berechnet. Genauer gesagt hängt dann die Soll-Garraumtemperatur (GT_{Soll}) nicht nur von der Soll-Kerntemperatur (KT_{Soll}) und der Ist-Feuchte (F_{Ist}), sondern auch von einer Änderung der Ist-Kerntemperatur (ΔKT_{Ist}) über die Zeit, angegeben in °C pro Minute, ab, und es ergibt sich folgende Formel in °C:

$$(9) \quad GT_{Soll} = KT_{Soll} + (-100 * \Delta KT_{Ist} + 20) + 0,35 * F_{Ist} - 34$$

[0062] Somit berechnet sich dann die Soll-Garraumtemperatur für eine Soll-Kerntemperatur von 60°C , eine Feuchte von 100% und einen Anstieg der Ist-Kerntemperatur von $0,2^\circ\text{C}$ pro Minute zu 61°C , also 1°C oberhalb der Soll-Kern-

temperatur, wie bei dem zuvor erläuterten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

[0063] Die in der vorstehenden Beschreibung, den Zeichnungen sowie den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in jeder beliebigen Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

5

Patentansprüche

1. Verfahren zum Führen eines Garprozesses zum Garen eines Garguts in einem Garraum eines Gargeräts, indem wenigstens ein Energieeintrag in den Garraum des Gargeräts in Abhängigkeit von wenigstens einem durch einen Anwender einstellbaren oder eingestellten Zielparameter geführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste funktionale Abhängigkeit des Energieeintrags von zumindest zwei Zielparametern unter Überlagerung von zumindest einer ersten zweiten Abhängigkeit des Energieeintrags von einem ersten Zielparameter und einer zweiten zweiten Abhängigkeit des Energieeintrags von einem zweiten Zielparameter bestimmt wird, und der Garprozess zum Erreichen der zwei Zielparameter unter Berücksichtigung der ersten funktionalen Abhängigkeit geführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Energieeintrag in den Garraum ein Maß für die Energie ist, mit der das Gargut beaufschlagt wird, bestimmt durch die Einstellung
 - einer Soll-Garraumtemperatur (GT_{Soll}), der Leistung einer Heizeinrichtung, insbesondere einer Mikrowellenerzeugungseinrichtung,
 - einer Soll-Feuchte, der Leistung einer Feuchtigkeitszufuhr- und/oder abfuhrereinrichtung, insbesondere eines Dampfgenerators,
 - einer Soll-Strömungsgeschwindigkeit, der Umdrehungsgeschwindigkeit einer Gebläseeinrichtung, insbesondere eines Lüfterrads zur Umwälzung der Garraumatmosfera, und/oder der Umluftgeschwindigkeit im Garraum des Gargeräts,
 - wobei vorzugsweise eine Erhöhung des Energieeintrags durch eine Erhöhung der Soll-Garraumtemperatur (GT_{Soll}) bewirkt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Zielparameter ein Gargrad, insbesondere ein interner Gargrad, wie die Soll-Kerntemperatur (KT_{Soll}) ein externer Gargrad, wie die Wunschbräunung (B) und/oder die Wunschkrustierung, und/oder die Änderung des Gargrades als Funktion der Zeit, die Garzeit und/oder Gargeschwindigkeit, der Gewichtsverlust und/oder die Änderung des Gewichtsverlusts als Funktion der Zeit und/oder die Zartheit des Garguts und/oder die Änderung der Zartheit des Garguts als Funktion der Zeit ausgewählt wird bzw. werden.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Energieeintrag gemäß der ersten funktionalen Abhängigkeit zusätzlich von wenigstens einem Gargutparameter abhängt, wobei als Gargutparameter das Kaliber, das Gewicht, die Vorbehandlung, der Zustand und/oder die Menge des Garguts ausgewählt wird bzw. werden, und der Gargutparameter über zumindest einen Sensor und/oder durch Eingabe des Anwenders bestimmt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kaliber des Garguts durch den Anstieg der Kerntemperatur des Garguts über die Zeit und/oder durch eine Erfassung der Geometrie, insbesondere mit einem optischen Sensor und/oder einem Ultraschallsensor, bestimmt wird, das Gewicht des Garguts durch einen Gewichtssensor bestimmt wird, die Vorbehandlung und/oder der Zustand des Garguts mit einem Sensor zur Erfassung des chemischen Zustands der das Gargut umgebenden Garraumatmosfera bestimmt wird, und/oder die Menge des Garguts durch den Anstieg der Garraumtemperatur über die Zeit und/oder mit einem Sensorsystem zur Bestimmung der Anzahl von im Garraum angeordneten Einschüben und/oder durch die Stärke der Absorption von Mikrowellenleistung im Garraum bestimmt wird.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zielparameter und/oder der Gargutparameter über eine Eingabeeinrichtung eingegeben und/oder eine Leseeinrichtung eingelesen werden.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste zweite und zweite zweite funktionale Abhängigkeit des Energieeintrags von den beiden Zielparametern empirisch, insbesondere jeweils unter Bestimmung eines mathematischen Fits, vorzugsweise in Form einer lineare Regression, bestimmt werden, und/oder
5 die erste funktionale Abhängigkeit durch insbesondere linear, abhängige Überlagerung, insbesondere Summierung, der ersten zweiten und zweiten zweiten funktionalen Abhängigkeiten berechnet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als der erste Zielparameter der interne Gargrad, insbesondere die Soll-Kerntemperatur (KT_{Soll}), und als der zweite Zielparameter der externe Gargrad, insbesondere die Wunschbräunung (B), ausgewählt werden, oder
10 als der erste Zielparameter der interne Gargrad, insbesondere die Soll-Kerntemperatur (KT_{Soll}), und als der zweite Zielparameter der Wunschgewichtsverlust (WG) ausgewählt werden.
9. Verfahren nach Anspruch 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Fall, in dem die Soll-Kerntemperatur (KT_{Soll}) als der erste Zielparameter und die Wunschbräune (B) als der zweite Zielparameter ausgewählt werden, die erste zweite Abhängigkeit in °C wie folgt lautet:

$$GT_{Soll} = m_1 * dKT + b,$$

wobei die Soll-Garraumtemperatur (GT_{Soll}) einen ersten Energieeintrag darstellt, der linear von dem durch die Änderung der Kerntemperatur (dKT) als Funktion der Zeit bestimmten Kaliber abhängt, m_1 eine Steigung und b eine von der Wunschbräunung (B) abhängige Grundtemperatur darstellen,
25 die zweite zweite Abhängigkeit wie folgt lautet:

$$m_1 = m_2 * B,$$

wobei m_2 die Steigung der Steigung m_1 in Abhängigkeit der Wunschbräunung (B) ist, und sich daraus durch Überlagerung die folgende erste funktionale Abhängigkeit in °C ergibt:

$$GT_{Soll} = (m_2 * B) * dKT + b,$$

wobei die Soll-Garraumtemperatur (GT_{Soll}) den ersten Energieeintrag darstellt, der linear von der Wunschbräunung (B) unter Berücksichtigung des durch die Änderung der Kerntemperatur (dKT) als Funktion der Zeit bestimmten Kalibers abhängt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste funktionale Abhängigkeit der Soll-Garraumtemperatur (GT_{Soll}) als Energieeintrag bei Vorgabe der Soll-Kerntemperatur (KT_{Soll}) und der Wunschbräunung (B) und bei Bestimmung des Kalibers des Garguts als Gargutparameter über die Änderung der Kerntemperatur (dKT) als Funktion der Zeit sich wie folgt in °C ergibt:

$$GT_{Soll} = m_2 * B * dKT + b + m_3 * KT_{Soll} + \text{Offset}_{KTA},$$

durch Addition einer dritten zweiten Abhängigkeit der Soll-Garraumtemperatur als Term Offset_{GT} , der wie folgt lautet:

$$\text{Offset}_{GT} = m_3 * KT_{Soll} + \text{Offset}_{KTA},$$

wobei m_3 die Stärke des Einflusses der KT_{Soll} auf die Bräunung darstellt und Offset_{KTA} die mit m_3 multiplizierte empirisch bestimmte, durch den Anwender einstellbare KT_{Soll} ist, bei der keine Veränderung der GT_{Soll} erfolgt, um

die gewünschte Bräunung zu erhalten.

- 5 11. Verfahren nach Anspruch 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Fall, in dem die Soll-Kerntemperatur (KT_{Soll}) als der erste Zielparameter und der Wunschgewichtsverlust (WG) als der zweite Zielparameter ausgewählt werden, wobei der Wunschgewichtsverlust (WG) durch eine Funktion der Ist-Feuchte (F_{Ist}) bestimmt wird, die erste zweite Abhängigkeit wie folgt lautet:

10
$$GT_{Soll} = KT_{Soll} + a * KT_{Soll} - b,$$

wobei a die Steigung und b den Versatz von GT_{Soll} als Funktion von KT_{Soll} bestimmen, zwei zweite zweite Abhängigkeiten wie folgt lauten:

15
$$a = -0,0083 * F_{Ist} + 0,8333$$

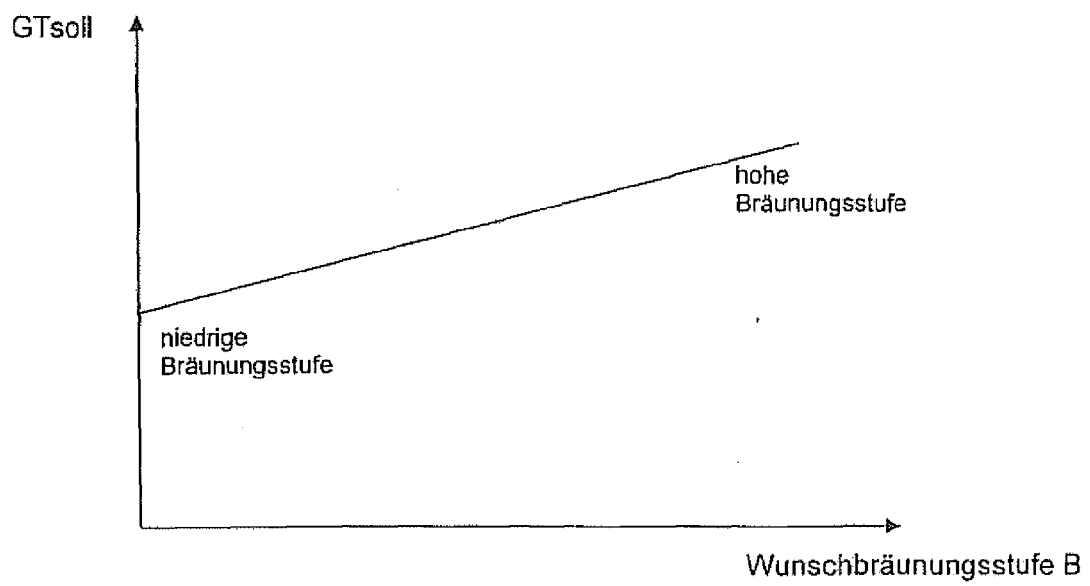
und

20
$$b = -0,3167 * F_{Ist} + 32,6637,$$

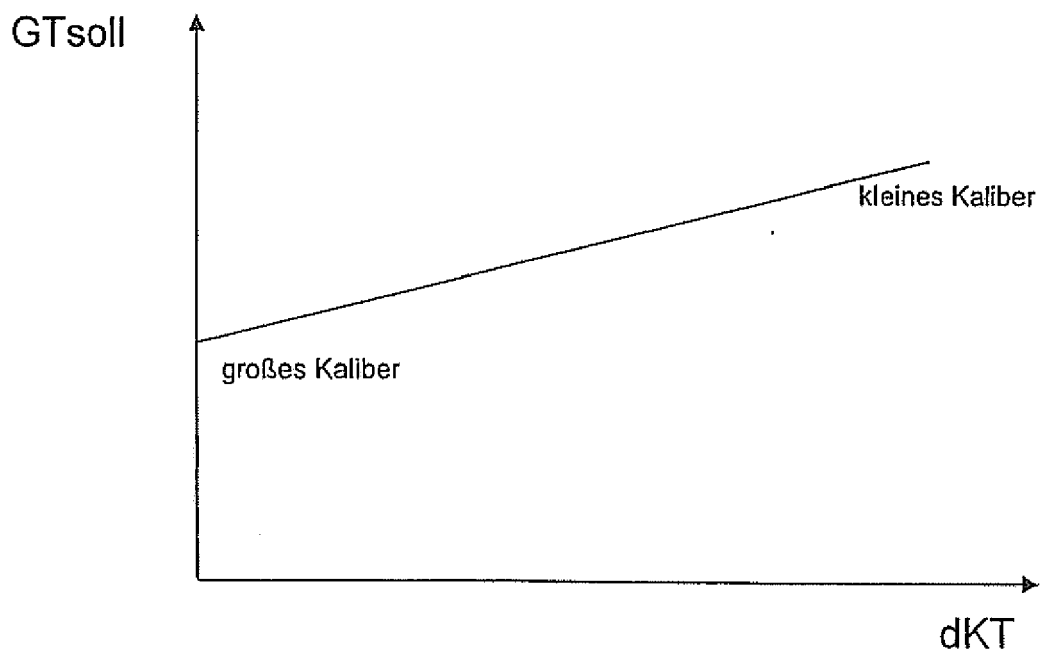
25 wobei F_{Ist} in Prozent angegeben wird, a dimensionslos ist und b die Einheit °C aufweist, und sich daraus durch Überlagung die folgende erste funktionale Abhängigkeit in °C ergibt:

30
$$GT_{Soll} = KT_{Soll} + (-0,0083 * F_{Ist} + 0,8333) * KT_{Soll} - (-0,3167 * F_{Ist} + 32,6637).$$

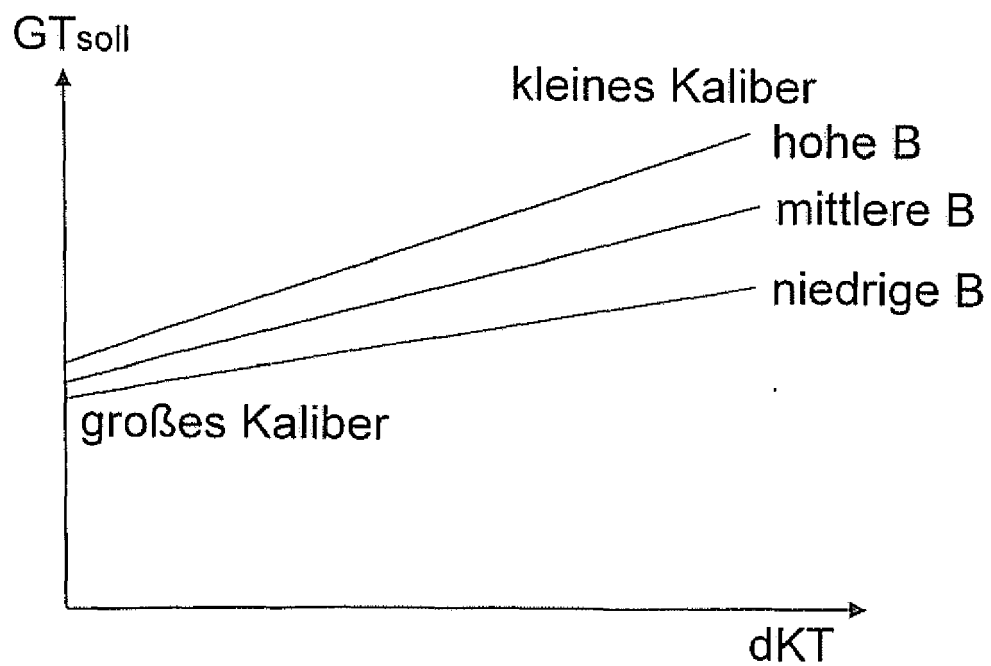
- 35 12. Gargerät zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend einen Garraum, eine Heizeinrichtung, eine Steuer- oder Regeleinrichtung, eine Speichereinrichtung und eine Eingabeeinrichtung, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Speichereinrichtung wenigstens eine empirisch bestimmte Funktion zur ersten funktionalen Abhängigkeit gespeichert ist.
- 40 13. Gargerät nach Anspruch 12, **gekennzeichnet durch** eine Feuchtigkeitszufuhr- und/oder -abfuhrereinrichtung, eine Gebläseeinrichtung, eine Sensoreinrichtung und/oder eine Ausgabereinrichtung umfasst.



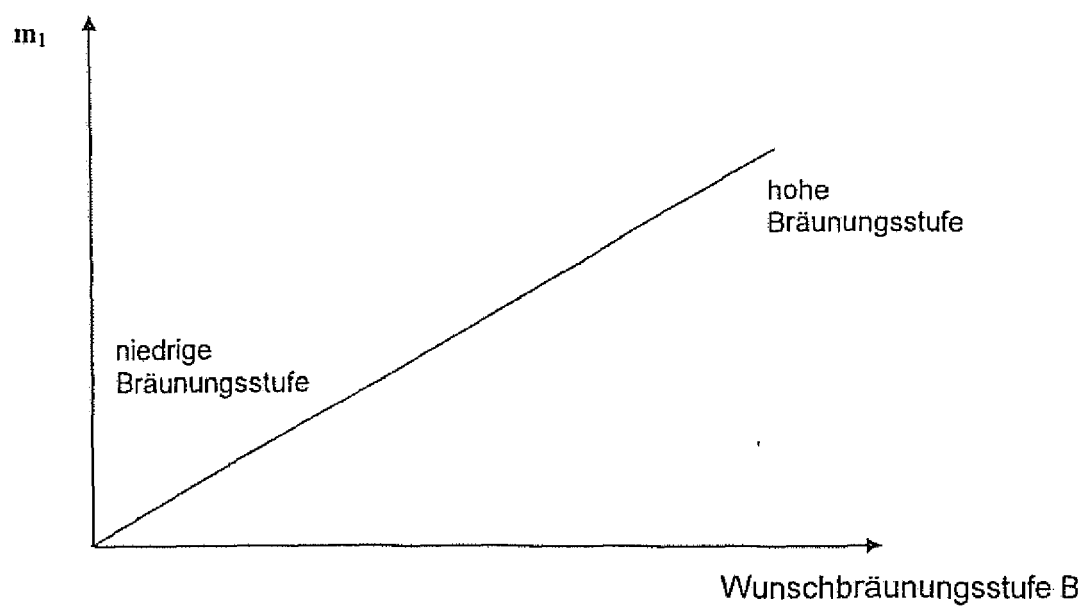
Figur 1



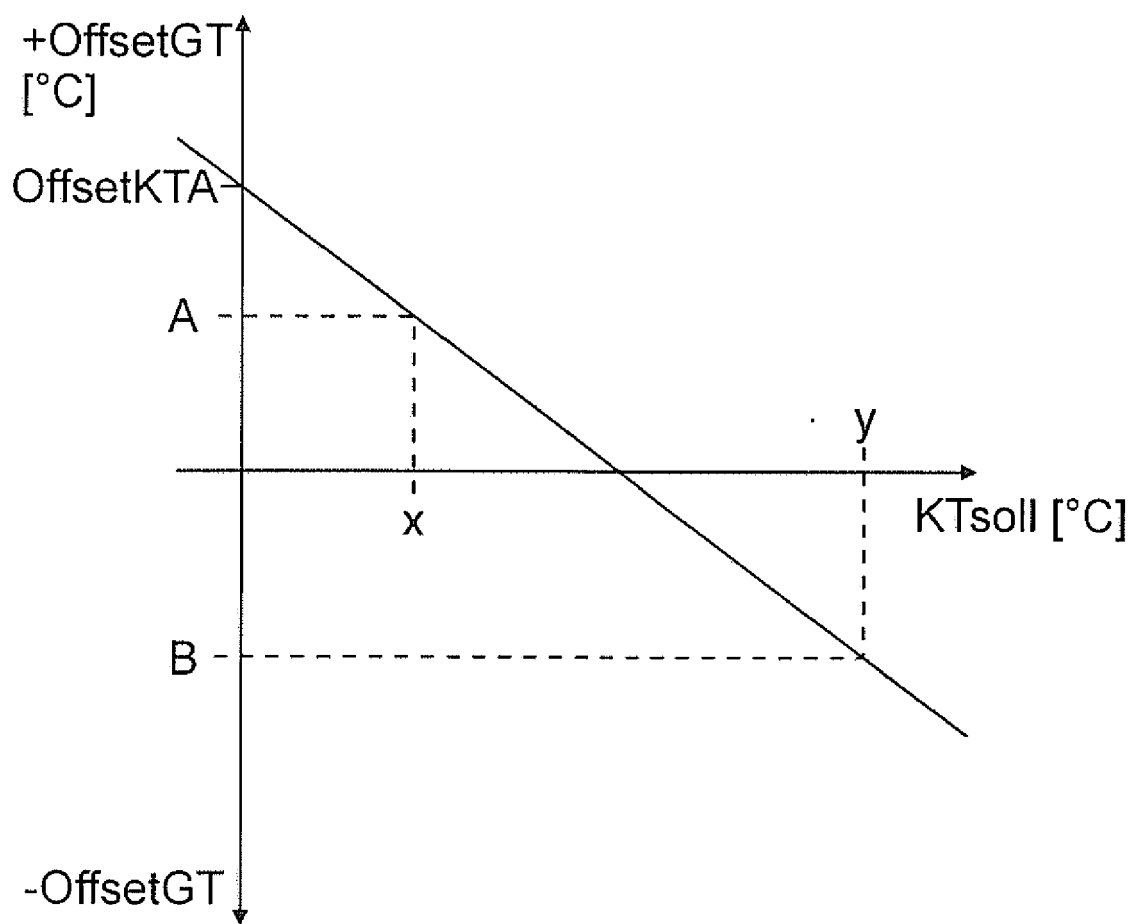
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5

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 102004040655 A1 **[0002]**
- DE 102005057585 B3 **[0003]**
- DE 102004052660 A1 **[0004]**
- EP 1847203 A1 **[0005]**
- DE 102004062737 A1 **[0037]**