



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 23 651 A1** 2004.12.16

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 23 651.1**
(22) Anmeldetag: **26.05.2003**
(43) Offenlegungstag: **16.12.2004**

(51) Int Cl.7: **H05B 1/02**
F24C 7/08, G01K 13/10

(71) Anmelder:
Rational AG, 86899 Landsberg, DE

(72) Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

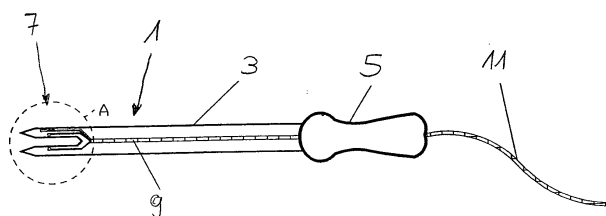
(74) Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Bestimmung von Stoffwerten und in diesem Verfahren verwendbare Vorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung zumindest eines Stoffwertes in einem Körper, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Erzeugen eines zeitlich veränderlichen Temperaturfeldes innerhalb des Körpers;
- Erfassen einer Vielzahl erster Meßwerte in dem Körper, wobei die ersten Meßwerte zumindest einen ersten Temperaturwert an einer ersten Position und zumindest einen zweiten Temperaturwert an einer von der ersten Position getrennten zweiten Position umfassen und Bestimmen des Stoffwertes aus den ersten Meßwerten.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung zumindest eines Stoffwertes in einem Körper sowie eine in dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendbare Vorrichtung.

Stand der Technik

[0002] Ein gattungsgemäßes Verfahren zum Steuern eines Garprozesses und ein hierzu verwendbarer Garprozeßfühler sind aus der DE 199 45 021 A1 bekannt. Bei diesem Verfahren ist vorgesehen, daß mehrere Temperaturwerte, vorzugsweise vier, innerhalb eines Garguts in verschiedenen Einstecktiefen und zumindest ein weiterer Temperaturwert außerhalb des Garguts, vorzugsweise an der Gargutoberfläche, über den Garprozeßfühler aufgenommen und zur Garprozeßsteuerung herangezogen werden. Wesentlich für das bekannte Verfahren ist, daß sich die Kerntemperatur eines Garguts aus der Thermokinetik, also dem zeitlichen Verlauf, von in dem Gargut mittels des Garprozeßfühlers erfaßten Temperaturwerten genau bestimmen läßt, selbst bei nicht exakter Positionierung des Garprozeßfühlers. Darüber hinaus ist gemäß der DE 199 95 021 A1 vorgesehen, daß auch andere Klimaparameter, wie Feuchtwerte, Feuchtedifferenzwerte und/oder Luftbewegungswerte erfaßbar sind, mittels denen sich spezifische Gargutgrößen, wie Gargutart und/oder die Wärmeleitfähigkeit des Garguts, vorzugsweise durch Extrapolation oder Iteration über die von den Garprozeßfühler erfaßten Werte bestimmt werden. Dieses Verfahren und der zur Durchführung desselben verwendbare Garprozeßfühler haben sich grundsätzlich bewährt. Jedoch hat sich herausgestellt, daß bei der Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit sowie der Gargutart noch ein Verbesserungsbedarf besteht. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, daß Temperaturschwankungen, die unkontrolliert von Außen das Gargut erreichen, die Messungen derart beeinflussen können, daß eine ausreichend exakte Bestimmung dieser spezifischen Gargutgrößen beeinträchtigt wird.

Aufgabenstellung

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, das gattungsgemäße Verfahren und die zur Durchführung desselben verwendbare Vorrichtung derart weiterzuentwickeln, daß die Nachteile des Stands der Technik überwunden werden, insbesondere eine einfache sowie genaue Bestimmung von Stoffwerten, wie spezifischer Gargutgrößen, mit verminderter bzw. im Wesentlichen keiner Beeinträchtigung von außerhalb des Garguts ermöglicht wird.

[0004] Die das Verfahren betreffende Aufgabe wird erfindungsgemäß durch folgende Schritte gelöst:

- Erzeugen eines zeitlich veränderlichen Tempe-

raturfeldes innerhalb des Körpers;

- Erfassen einer Vielzahl erster Meßwerte in dem Körper, wobei die ersten Meßwerte zumindest einen ersten Temperaturwert an einer ersten Position und zumindest einen zweiten Temperaturwert an einer von der ersten Position getrennten zweiten Position umfassen, und

- Bestimmen des Stoffwertes aus den ersten Meßwerten.

[0005] Dabei kann insbesondere vorgesehen sein, daß dem Körper an einer dritten Position zur Erzeugung des zeitlich veränderlichen Temperaturfeldes eine vorbestimmte Wärmemenge zugeführt und/oder entzogen wird.

[0006] Für die vorgenannte Alternative wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß die Zuführung und/oder Entziehung der Wärmemenge periodisch erfolgt, vorzugsweise dem Körper alternierend Wärme zuführt und entzogen wird.

[0007] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens können dadurch gekennzeichnet sein, daß ein vorbestimmter Temperatursprung an der dritten Position zur Erzeugung des zeitlich veränderlichen Temperaturfeldes erzeugt wird.

[0008] Bei den drei vorgenannten Alternativen kann insbesondere vorgesehen sein, daß die erste oder zweite Position mit der dritten Position identisch ist.

[0009] Mit der Erfindung wird vorgeschlagen, daß das Verfahren sich dadurch auszeichnet, daß mittels der ersten Meßwerte der Amplitudengang und/oder die Phasenlage zumindest einer durch das zeitlich veränderliche Temperaturfeld hervorgerufenen Temperaturwelle an der ersten und der zweiten Position bestimmt wird bzw. werden.

[0010] Auch wird vorgeschlagen, daß eine Suszeptibilität, insbesondere elastische Suszeptibilität, die Temperaturleitzahl und/oder die spezifische Wärmeleitfähigkeit als erster Stoffwert, vorzugsweise unter Verwendung eines Wärmeleitmodells und/oder Fouriertransformationalgorithmen, bestimmt wird.

[0011] Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, daß zumindest ein zweiter Meßwert im und/oder am Körper aufgenommen wird, ausgewählt aus thermodynamischen Stoffwerten, wie einem Feuchtwert, elektrischen Stoffwerten, wie einem elektrischer Leitwert, elastischen Stoffwerten, wie einer elastischen Konstante, und/oder optischen Stoffwerten, wie einem Lichtstreuungsfähigkeitswert.

[0012] Insbesondere ist in dem erfindungsgemäßen Verfahren bevorzugt, daß als Körper ein Gargut ausgewählt wird.

[0013] Mit der Erfindung wird auch vorgeschlagen, daß mittels des ersten Stoffwertes und/oder des zweiten Meßwerts zumindest ein zweiter Stoffwert bestimmt wird, wobei der zweite Stoffwert vorzugsweise ausgewählt wird aus einer Stoffklasse, wie einer Gargutart, und/oder zumindest einer spezifischen Stoffgröße, wie einer Kerntemperatur des Garguts, einer Geometrie des Garguts, einer Dichte des Garguts, einem Reifegrad des Garguts, einem pH-Wert des Garguts, einer Konsistenz des Garguts, einem Lagerungszustand des Garguts, einer Bräunung des Garguts, einer Krustenbildung des Garguts, einem Vitaminabbau des Garguts, einer Entstehung kanzerogener Substanzen im Gargut, einem Endzeitpunkt eines Prozesses und/oder einem Energieverbrauch während eines Prozesses, insbesondere zur Erstellung einer Erwärmungsverlaufprognose und/oder Steuerung des Verlaufs eines Prozesses, wie eines Garprozesses.

[0014] Dabei ist bevorzugt, daß der zweite Stoffwert durch Extrapolation oder Iteration des zeitlichen Verlaufs der ersten Stoffwerte und/oder des zweiten Meßwerts und/oder durch Vergleich des ersten Stoffwertes und/oder des zweiten Meßwerts mit zumindest zeitweise gespeicherten Vergleichswerten bestimmt wird bzw. werden.

[0015] Bei der letztgenannten Alternative wird mit der Erfindung vorgeschlagen, daß zumindest ein Vergleichswert zumindest zeitweise vor, während und/oder nach Erzeugung des zeitlich veränderlichen Temperaturfeldes gespeichert wird.

[0016] Auch kann vorgesehen sein, daß die ersten und/oder der zweite Meßwert(e) und/oder der erste und/oder zweite Stoffwert zumindest einer Steuereinrichtung für zumindest eine Wärmestromquelle, zumindest ein mit einem Garraum wechselwirkenden Heiz- und/oder Kühlelement, zumindest einen Lüfter, zumindest eine Einrichtung zum Einführen von Feuchtigkeit in den Garraum und/oder zumindest eine Einrichtung zum Abführen von Feuchtigkeit aus dem Garraum, insbesondere zum Steuern des Garverlaufs und/oder Erreichen eines vorbestimmten Garergebnisses, vorzugsweise mittels Regelung des Temperaturverlaufs, des Feuchtegehalts und/oder der Luftbewegung in dem Garraum, zugeführt wird.

[0017] Weiterhin wird mit der Erfindung eine Ausprägung des Verfahrens vorgeschlagen, bei der die ersten und/oder der zweite Meßwert(e) mittels eines zumindest teilweise in ein Gargut einsteckbaren Garprozeßfühlers erfaßt wird bzw. werden und/oder das zeitlich veränderliche Temperaturfeld mittels zumindest einer von dem Garprozeßfühler umfaßten Wärmestromquelle erzeugt wird.

[0018] Schließlich wird mit der Erfindung auch eine Vorrichtung, insbesondere in Form eines Garprozeß-

fühlers geliefert, die in einem erfindungsgemäßen Verfahren verwendbar ist und einen in das Gargut zumindest teilweise, vorzugsweise über einen Griff, einführbaren Schaft, wobei der Schaft zumindest einen an einer der ersten Position entsprechenden ersten Stelle angeordneten ersten und zumindest einen an einer der zweiten Position entsprechenden zweiten Stelle angeordneten zweiten Temperatursensor sowie zumindest eine an einer der dritten Position entsprechenden dritten Stelle angeordnete Wärmestromquelle umfaßt.

[0019] Darüber hinaus kann insbesondere vorgesehen sein, daß der Abstand zwischen der ersten, zweiten und/oder dritten Stelle geringer als eine geometrische Länge einer durch das zeitlich veränderliche Temperaturfeld innerhalb eines Garguts hervorgerufene Temperaturwelle ist.

[0020] Eine vorteilhafte Ausführungsform der Vorrichtung sieht vor, daß eine Wärmeleitung zwischen der ersten, zweiten und/oder dritten Stelle über den Schaft zumindest teilweise reduziert ist, vorzugsweise zumindest ein Bereich des Schafts zwischen der ersten, zweiten und/oder dritten Stelle zumindest teilweise ein Material mit geringerer Wärmeleitfähigkeit als das Gargut umfaßt.

[0021] Auch wird mit der Erfindung vorgeschlagen, daß der Schaft ein gabelförmiges freies Ende aufweist, wobei die erste Stelle in einer ersten Zinke der Gabel und die zweite Stelle in einer zweiten Zinke der Gabel angeordnet ist.

[0022] Dabei kann insbesondere vorgesehen sein, daß die dritte Stelle in der ersten, zweiten und/oder einer dritten Zinke der Gabel angeordnet ist.

[0023] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß die Wärmestromquelle zumindest eine Einrichtung zur Zuführung von Wärmeenergie, wie in Form einer elektrischen Heizeinrichtung und/oder einer Einrichtung zur Leitung eines Erwärmungsfluids, insbesondere in Form von Verbrennungsgasen, Luft, Wasser und/oder dergleichen, und/oder eine Einrichtung zur Abführung von Wärmeenergie, wie in Form zumindest eines Peltierelements und/oder zumindest einer Einrichtung zur Leitung eines Kühlfluids, insbesondere in Form von Luft, Wasser, Stickstoff und/oder dergleichen, umfaßt.

[0024] Insbesondere kann eine erfindungsgemäße Vorrichtung gekennzeichnet sein durch zumindest eine mit der Vorrichtung in Wirkverbindung stehende, insbesondere von dieser umfaßte, Sensoreinheit zur Aufnahme des zweiten Meßwerts.

[0025] Auch kann zumindest eine mit der Vorrichtung verbindbare, insbesondere von einem Gargerät

zur Herstellung, Vorbereitung und/oder Garen von Lebensmitteln umfaßten, Auswerte-, Steuer- und/oder Regeleinheit, wobei die Auswerte-, Steuer- und/oder Regeleinheit vorzugsweise mit einer Speichereinheit verbindbar ist, vorgesehen sein.

[0026] Schließlich wird mit der Erfindung vorgeschlagen, daß die Vorrichtung als integraler Bestandteil eines Gargeräts oder als ein tragbares Handgerät ausgeführt ist.

[0027] Der Erfindung liegt somit die überraschende Erkenntnis zugrunde, daß durch Erzeugung von Temperaturschwingungen innerhalb eines Körpers, insbesondere in Form eines Garguts, und Erfassung der Ausbreitung der sich aufgrund dieser Temperaturschwingungen innerhalb des Körpers ausbildenden wellenartigen Temperaturfeldes an zumindest zwei voneinander getrennten Stellen innerhalb des Körpers eine Bestimmung von Stoffwerten, insbesondere in Form von spezifischen Gargutgrößen, wie der spezifischen Wärmeleitfähigkeit und der Temperaturleitzahl des Garguts, ermöglicht wird. Diese Bestimmung ermöglicht eine nahezu zweifelsfreie Zuordnung des Körpers zu einer Stoffklasse, beispielsweise in Form der Zuordnung des Garguts zu einer Gargutart.

[0028] Grundsätzlich unterscheiden sich Körper bzw. Stoffe durch eine Vielzahl von Eigenschaften. Je mehr Eigenschaften eines Körpers bzw. Stoffes bekannt sind, desto genauer kann auf die An des Stoffes, also die Stoffklasse geschlossen werden. Im Fall von Gargut kann die An des zu bestimmenden Stoffes jedoch auf wenige Klassen, z. B. auf Lebensmittel oder nur auf verschiedene Fleischarten reduziert werden, so daß wenige Stoffwerte ausreichen, um die Gargutart aus bekannten Klasse auszuwählen.

[0029] Neben der vornehmlich beschriebenen Bestimmung der spezifischen Wärmeleitfähigkeit und der Temperaturleitzahl des Körpers bzw. Stoffes können weitere optische, chemische, elastische und/oder elektrische Stoffeigenschaften aufgenommen werden, um ggf. eine durchgeführte Klassenzuordnung, insbesondere Gargutartbestimmung, zu verifizieren. Grundsätzlich reicht jedoch zur Bestimmung der Gargutart die Bestimmung dieser beiden spezifischen Gargutgrößen aus.

[0030] Durch Vergleich der erfindungsgemäß bestimmten Stoffwerte mit, insbesondere in einem Speicher, abgelegten Werten wird es möglich, die Gargutart nahezu zweifelsfrei zu bestimmen. Darüber hinaus ermöglicht es die Erfindung, Veränderungen der Stoffwerte während eines Garprozesses und damit den Umwandlungsgrad im Stoff zu erkennen. Weiterhin wird mit Hilfe der während eines Garprozesses bestimmten spezifischen thermischen Gargutgrößen, die neben der Geometrie maßgeblich den Erwärmungs-

verlauf eines Stoffes bestimmen, eine Voraussage bestimmter Zustände während eines Garprozesses wesentlich verbessert.

[0031] Schließlich kann in der Erfindung vorgesehen sein, daß die verwendete Vorrichtung lernfähig ist. Damit ist gemeint, daß, wenn über das erfindungsgemäße Verfahren beispielsweise spezifische Gargutgrößen bestimmt werden, die nicht eindeutig einer bestimmten Gargutart zugeordnet werden können, von einem Benutzer die Gargutart eingegeben werden kann, so daß für spätere Garprozesse eine zweifelsfreie Bestimmung der Gargutart und damit die Qualität eines Garprozeßergebnisses verbessert werden kann.

Ausführungsbeispiel

[0032] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der das erfindungsgemäße Verfahren anhand von bevorzugten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung unter Bezugnahme auf schematische Zeichnungen im Einzelnen erläutert ist. Dabei zeigt:

[0033] Fig. 1 eine Querschnittsansicht einer ersten Ausführungsform eines in einem erfindungsgemäßen Verfahren einsetzbaren Garprozeßfühlers;

[0034] Fig. 2 eine Detailansicht des Garprozeßfühlers der Fig. 1; und

[0035] Fig. 3 eine Teilquerschnittsansicht einer zweiten Ausführungsform eines in einem erfindungsgemäßen Verfahren einsetzbaren Garprozeßfühlers.

[0036] In Fig. 1 ist ein Garprozeßfühler **1** dargestellt, der in einem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzt werden kann. Der Garprozeßfühler **1** umfaßt einen Schaft **3**, der über einen Handgriff **5** in ein nicht dargestelltes Gargut zumindest teilweise einsteckbar ist, nämlich zumindest im Bereich seiner Spitze **7**. Der Aufbau der gabelförmigen Spitze **7** wird genauer anhand der Fig. 2 erläutert. Zur Verbindung in der Spitze **7** vorhandener Einbauten des Garprozeßfühlers **1** mit einer nicht dargestellten Auswerte-, Steuer- und/oder Regeleinrichtung verläuft innerhalb des Schafts **3** ein Leitungsbündel **9**. Dieses wird durch den Handgriff **5** geführt und steht mit einer Anschlußleitung **11** des Garprozeßfühlers **1** in Verbindung.

[0037] In Fig. 2 ist eine Detailansicht der Spitze **7** des Garprozeßfühlers **1** der Fig. 1 gemäß dem Ausschnitt A dargestellt. Wie Fig. 2 zu entnehmen ist, weist die gabelförmige Spitze **7** des Garprozeßfühlers **1** zwei Zinken **13** und **15** auf. Die Zinken **13**, **15** sind mit einem Abstand X voneinander beabstandet. An einer ersten Stelle des Garprozeßfühlers **1** in der

ersten Zinke **13** ist ein erster Temperatursensor **17** angeordnet, während an einer zweiten Stelle innerhalb des Garprozeßfühlers **11** in der zweiten Zinke **15** ein zweiter Temperatursensor **19** angeordnet ist. Die Temperatursensoren **17**, **19** sind über Leitungen **21** mit dem Leitungsbündel **9** verbunden. Darüber hinaus ist an einer dritten Stelle innerhalb des Garprozeßfühlers **1** an der ersten Zinke **13** eine Wärmestromquelle **23** vorhanden. Die Wärmestromquelle **23** umfaßt eine Einrichtung **25** zur Zuführung von Wärmeenergie an das Gargut, in dem sich die Spitze **7** des Garprozeßfühlers **1** befindet, und eine Einrichtung **27** zur Abführung von Wärmeenergie aus dem Gargut. Die Einrichtungen **25**, **27** sind über Leitungen **29** mit dem Leitungsbündel **9** verbunden. Die Einrichtung **25** umfaßt vorzugsweise eine elektrische Heizeinrichtung, während die Einrichtung **27** vorzugsweise ein Peltierelement umfaßt.

[0038] Im Folgenden wird nunmehr anhand des Garprozeßfühlers **1** ein erfindungsgemäßes Verfahren erläutert:

Zu Beginn eines Garprozesses wird der Garprozeßfühler **1** zumindest teilweise in ein Gargut eingeführt. Nach der Einführung der Spitze **7** des Garprozeßfühlers **1** in das Gargut kommt so der erste Temperatursensor **17** an einer ersten Position, der zweite Temperatursensor **19** an einer zweiten Position und die Wärmestromquelle **23** an einer dritten Position innerhalb des Garguts zum Liegen. Aufgrund der in **Fig. 2** dargestellten Anordnung der Temperatursensoren **17**, **19** innerhalb der gabelförmigen Spitze **7** des Garprozeßfühlers **1** werden die Temperaturmeßstellen an den Temperatursensoren **17**, **19** in einem definierten Abstand **X** innerhalb des Garguts positioniert.

[0039] Zur Bestimmung der Gargutart wird dem Gargut anschließend mittels der Wärmestromquelle **23** über die Einrichtung **25** Wärmeenergie zugeführt und über die Einrichtung **27** Wärmeenergie abgeführt. Dies wird über eine bestimmte Zeitdauer wiederholt, so daß über die Wärmestromquelle **23** lokal innerhalb des Garguts ein zeitlich veränderlicher Temperaturunterschied, also eine Temperaturschwingung, hervorgerufen wird, die sich in Form einer Temperaturwelle in dem Gargut fortpflanzt. Diese Propagation der über die Wärmestromquelle **23** in dem Gargut erzeugten Temperaturschwingung ist in Form von Temperaturveränderungen über die Zeit über die Temperatursensoren **17**, **19** erfaßbar. Da sich die Temperatursensoren **17**, **19** an zwei verschiedenen Positionen innerhalb des Garguts, insbesondere in unterschiedlichen Abständen zu der Wärmestromquelle **23** befinden, kann über den zeitlichen Verlauf der über die Temperatursensoren **17**, **19** erfaßten Temperaturwerte eine Phasenverschiebung und ein Amplitudenverhältnis der Temperaturwellen, die sich für unterschiedliche Gargutarten voneinander unterscheiden, bestimmt werden. Um eine für eine Gargutartbestimmung ausreichend genaue Be-

stimmung von Phasenverschiebungen und Amplitudenverhältnissen zu ermöglichen, sollte der Abstand **X** zwischen den Temperatursensoren **17**, **19** kürzer als die geometrische Länge einer durch Temperaturschwingungen hervorgerufenen Temperaturwelle in dem Gargut sein. Die Anordnung der Temperatursensoren **17**, **19** in den Zinken der Spitze **7** des Garprozeßfühlers **1** reduziert Störeinträge durch den Garprozeßfühler **1**. Ferner ist zumindest das Oberflächenmaterial der Spitze **7** des Garprozeßfühlers **1** vorzugsweise derart gewählt, daß die Wärmeleitfähigkeit der Oberfläche der Spitze **7** geringer, als diejenige des umliegenden Garguts ist, so daß es nicht zu einer Störung des Temperaturwellenfeldes, was einer Auswertung der aufgenommenen Meßwerte beeinträchtigen könnte, kommen kann. Insbesondere kann vorgesehen sein, daß entgegen der in **Fig. 2** dargestellten Ausführungsform einer der beiden Temperatursensoren in der Wärmestromquelle angeordnet ist.

[0040] Zur Erzeugung einer Temperaturschwingung innerhalb des Garguts ist beispielsweise vorgesehen, daß die Wärmestromquelle **23** in festen zeitlichen Abständen über die Einrichtung **25** dem Gargut Wärmeenergie zuführt und/oder über die Einrichtung **27** Wärmeenergie entzieht. Während der daraus resultierenden Erzeugung von Temperaturschwingungen innerhalb des Garguts werden die über die Temperatursensoren **17**, **19** aufgenommenen Temperaturwerte über die Leitungen **21**, **9**, **11** an eine nicht dargestellte Auswerteeinheit weitergegeben, in der die erfaßten Temperaturverläufe zwischengespeichert und analysiert werden. Bei der Analyse werden zunächst die spezifische Wärmeleitfähigkeit λ und die Temperaturleitzahl a des Garguts bestimmt. Bei der Bestimmung dieser spezifischen Gargutgrößen wird von der Annahme ausgegangen, daß zwischen der Ausbreitung von Temperaturwellen in einem Medium und der Ausbreitung von elektrischen oder magnetischen Wellen Analogien bestehen. Die elektrische Impedanz eines Mediums ist durch

$$Z = \sqrt{(R^2 + (\omega L - 1/(\omega \cdot C))^2},$$

mit R = Widerstand, ω = Kreisfrequenz, L = Induktivität und C = Kapazität, definiert. Ersetzt man die elektrischen Größen Widerstand " R " und Kapazität " C " durch ihre thermischen Entsprechungen, nämlich $D/(\lambda \cdot A)$, mit D = Dicke einer Schicht und A = Fläche der Schicht, als Wärmewiderstand und $m \cdot \rho \cdot c_p$, mit m = Masse der Schicht, ρ = Dichte der Schicht und c_p spezifische Wärme der Schicht, als Wärmekapazität und setzt die Induktivität " L " auf Null, so läßt sich folgendes Gedankenmodell durchspielen.

[0041] Ein Körper läßt sich durch thermische Massen beschreiben, in denen die gesamte Wärmekapazität gebündelt ist, wobei eine thermische Masse eine

unendlich dünne Fläche der Größe "A" darstellt, und Verbindungen zwischen einzelnen thermischen Massen Abstandslängen "d" haben, masselos sind und die spezifische Wärmeleitfähigkeit "λ" aufweisen, so daß sich Folgendes für die thermische Impedanz ergibt:

$$Z_{th} = d/(\lambda \cdot A) \cdot \sqrt{(d^2 + (a/(\omega \cdot d))^2)}$$

[0042] Während die Größe "ω" im Falle der elektrischen Wellen die Kreisfrequenz der elektrischen Spannung beschreibt, beschreibt sie hier die Kreisfrequenz der Temperaturschwingung.

[0043] Da die Stoffwerte "λ" und "a" unabhängig voneinander erscheinen, ist es auch möglich, beide Größen aus einem Meßzyklus zu berechnen.

[0044] Durch Übergang von einer endlichen Anzahl von thermischen Massen der Fläche "A" und der Abstandslänge "d" zu unendlich vielen, unendlich dünnen, miteinander verkoppelten, ebenen Schichten läßt sich folgende Standardgleichung für den Wärmefluß in einem Festkörper nutzen: $\partial T/\partial t = a \cdot \partial^2 T/\partial x^2$, wobei "T" die Temperatur, "t" die Zeit, "a" die Temperaturleitfähigkeit sowie "∂x" infinitesimale Werte des Abstands "d" ist. Somit liegt eine Bestimmungsgleichung für die Größen "a" vor, so daß sich über $a = \lambda/(cp \cdot \rho)$ auch die Größe "λ" bestimmen läßt.

[0045] Daher ermöglicht eine Analyse der aufgenommenen Temperaturverläufe eine Bestimmung der signifikanten spezifischen Gargutgrößen in Form der thermischen Leitfähigkeit λ und der Temperaturleitfähigkeit a. Nachdem diese Stoffwerte bestimmt worden sind, ist in dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen, daß die Gargutart über einen Vergleich mit in einer Datenbank abgespeicherten Wertepaaren besagter Stoffwerte bestimmt wird. Gemäß der Erfindung kann dabei insbesondere vorgesehen sein, daß, sozusagen selbstlernend, wenn kein den Meßkurven entsprechendes Wertepaar in der Datenbank vorhanden ist, von einem Benutzer die Datenbank um die vorhandene Gargutart erweitert wird. So wird erreicht, daß bei zukünftigen Garprozessen auch eine automatische Bestimmung dieses "neuen" Garguts mittels des Verfahrens möglich ist und so die Durchführung eines Garprozesses vereinfacht sowie die Qualität des Ergebnisses eines Garprozesses erhöht werden kann.

[0046] In weiteren Ausführungsformen der Erfindung kann auch vorgesehen sein, daß über die Wärmestromquelle **23** dem Gargut ausschließlich Wärmeenergie, beispielsweise zyklisch positiv, zugeführt wird oder nur ein definierter Temperatursprung an der Wärmestromquelle **23** erzeugt wird. Zur Auswertung der in Reaktion auf eine derartige Temperaturschwingung aufgenommenen Temperaturwerte kann vorgesehen sein, daß neben dem zuvor beschriebenen

Wärmeleitmodell weitere Modelle unter Verwendung numerischer Programme zu Grunde gelegt werden. Bei den alternativen Analysemethoden für die Temperaturverläufe kann insbesondere berücksichtigt werden, daß die Ausbreitung von thermischen Wellen weder kugelförmig, noch zylindrisch und auch nicht eben verläuft und durch den Garprozeßfühler **1** selbst erhebliche thermische Ableitungen und Kapazitäten in das Gargut eingebracht werden. Zur Kompensation dieser Effekte können Methoden eingesetzt werden, die die Verformung der Wellen und den momentanen Wärmestrom an der Wärmestromquelle **23** ausnutzen, um die spezifischen Stoffwerte bzw. Gargutgrößen zu bestimmen. Insbesondere verwenden derartige Analyseverfahren fouriesche Algorithmen direkt oder in abgewandelter Form. Auf diese Weise läßt sich das Analyseergebnis weiter verbessern, und insbesondere ist es so möglich, die Wärmestromquelle **23** konstruktiv einfacher auszuführen, insbesondere auf die Einrichtung **27** zur Abführung von Wärmeenergie aus dem Gargut zu verzichten.

[0047] Im Folgenden wird nunmehr anhand der **Fig. 3** eine weitere Ausführungsform einer in dem erfindungsgemäßen Verfahren einsetzbaren Vorrichtung in Form eines Garprozeßfühlers **1'** beschrieben. **Fig. 3** ist eine Teilquerschnittsansicht des Garprozeßfühlers **1'**, gemäß der der Garprozeßfühler **1'** einen Schaft **3'** umfaßt. Im Gegensatz zu dem in den **Fig. 1** und **2** dargestellten Garprozeßfühler **1** weist der Garprozeßfühler **1'** eine einfache Spitze T auf. Wie **Fig. 3** weiter zu entnehmen ist, weist der Schaft **3'** des Garprozeßfühlers **1'** drei Bereiche **31a**, **31b** und **31c** auf, die eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Unter geringer Wärmeleitfähigkeit ist hierbei zu verstehen, daß die Wärmeleitfähigkeit relativ zur Wärmeleitfähigkeit eines nicht dargestellten Garguts, in das der Garprozeßfühler **1'** eingeführt wird, gering bzw. vernachlässigbar ist. Innerhalb des Schafts **3'** ist eine Wärmestromquelle **23'** mit einer Einrichtung **25'** zur Zuführung von Wärmeenergie in das Gargut sowie einer Einrichtung **27'** zur Abführung von Wärmeenergie aus dem Gargut vorhanden. Darüber hinaus weist der Garprozeßfühler **1'** zwei voneinander in Längsrichtung des Schafts **3'** beabstandete Temperaturfühler **17'** und **19'** auf. Die Temperaturfühler **17'**, **19'** sind über Leitungen **21'** und die Einrichtung **25'**, **27'** der Wärmestromquelle **23'** über Leitungen **29'** mit einer nicht dargestellten Auswerteeinheit verbunden. Im Gegensatz zu dem in den **Fig. 1** und **2** dargestellten Garprozeßfühler **1** wird den Einrichtungen **25'**, **27'** über die Leitungen **29'** ein zyklisch fließendes Kühlmittel bzw. ein zyklisch erwärmtes Fluid als Wärmeträger zugeführt. Insbesondere handelt es sich hierbei um Luft bzw. eine Flüssigkeit.

[0048] Wie bereits anhand des Garprozeßfühlers **1** beschrieben, wird über die Wärmestromquelle **23'** innerhalb eines den Garprozeßfühlers **1'** umgebenden Garguts eine Temperaturschwingung erzeugt. Die

daraus resultierenden Temperaturwellen propagieren durch das Gargut, was dazu führt, daß an den Temperatursensoren **17'**, **19'** unterschiedliche Temperaturverläufe aufgenommen werden können. Aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit des Schafts **3'** außerhalb der Bereiche **31a**, **31b** und **31c** weisen die Temperatursensoren **17'**, **19'** einen effektiven Abstand Y , also die Breite des dazwischen angeordneten Bereichs **31b**, auf. Aufgrund dieses Abstands Y ergibt sich eine Phasendifferenz bzw. unterschiedliche Amplitudenlage zwischen den durch die Sensoren **17'**, **19'** aufgenommenen Werten, mittels derer, wie zuvor beschrieben, die spezifischen Stoffgrößen bzw. Gargutgrößen Wärmeleitfähigkeit und Temperaturleitzahl bestimmt und daraus die Stoff- bzw. Gargutart geschlußfolgert werden kann.

[0049] In weiteren, nicht dargestellten vorteilhaften Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann vorgesehen sein, daß die Auswerteeinheit bzw. der Datenspeicher in einer portablen Einrichtung realisiert sind. Die so ausgestaltete Vorrichtung stellt somit ein tragbares Meßgerät dar, welches eingesetzt werden kann, um Meßwerte verschiedener Stoffarten zu sammeln oder unabhängig von einem Garprozeß eine Gargutart bestimmen zu können.

[0050] Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in 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.

Bezugszeichenliste

1, 1'	Garprozeßfühler
3, 3'	Schaft
5	Handgriff
7, 7'	Spitze
9	Leitungsbündel
11	Anschlußleitung
13	Zinke
15	Zinke
17, 17'	Temperatursensor
19, 19'	Temperatursensor
21, 21'	Leitung
23, 23'	Wärmestromquelle
25, 25'	Einrichtung zur Zuführung von Wärmeenergie
27, 27'	Einrichtung zur Abführung von Wärmeenergie
29, 29'	Leitung
31a, 31b, 31c	Bereich
X, Y	Abstand
A	Ausschnitt

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung zumindest eines

Stoffwertes in einem Körper, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Erzeugen eines zeitlich veränderlichen Temperaturfeldes innerhalb des Körpers;
- Erfassen einer Vielzahl erster Meßwerte in dem Körper, wobei die ersten Meßwerte zumindest einen ersten Temperaturwert an einer ersten Position und zumindest einen zweiten Temperaturwert an einer von der ersten Position getrennten zweiten Position umfassen, und
- Bestimmen des Stoffwertes aus den ersten Meßwerten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Körper an einer dritten Position zur Erzeugung des zeitlich veränderlichen Temperaturfeldes eine vorbestimmte Wärmemenge zugeführt und/oder entzogen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführung und/oder Entziehung der Wärmemenge periodisch erfolgt, vorzugsweise dem Körper alternierend Wärme zuführt und entzogen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein vorbestimmter Temperatursprung an der dritten Position zur Erzeugung des zeitlich veränderlichen Temperaturfeldes erzeugt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die erste oder zweite Position mit der dritten Position identisch ist.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der ersten Meßwerte der Amplitudengang und/oder die Phasenlage zumindest einer durch das zeitlich veränderliche Temperaturfeld hervorgerufenen Temperaturwelle an der ersten und der zweiten Position bestimmt wird bzw. werden.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Suszeptibilität, insbesondere elastische Suszeptibilität, die Temperaturleitzahl und/oder die spezifische Wärmeleitfähigkeit als erster Stoffwert, vorzugsweise unter Verwendung eines Wärmeleitmodells und/oder Fouriertransformationsalgorithmen, bestimmt wird bzw. werden.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein zweiter Meßwert im und/oder am Körper aufgenommen wird, ausgewählt aus thermodynamischen Stoffwerten, wie einem Feuchtwert, elektrischen Stoffwerten, wie einem elektrischer Leitwert, elastischen Stoffwerten, wie einer elastischen Konstante, und/oder optischen Stoffwerten, wie einem Licht-

streuungswert.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Körper ein Gargut ausgewählt wird.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mittels des ersten Stoffwertes und/oder des zweiten Meßwerts zumindest ein zweiter Stoffwert bestimmt wird, wobei der zweite Stoffwert vorzugsweise ausgewählt wird aus einer Stoffklasse, wie einer Gargutart, und/oder zumindest einer spezifischen Stoffgröße, wie einer Kerntemperatur des Garguts, einer Geometrie des Garguts, einer Dichte des Garguts, einem Reifegrad des Garguts, einem pH-Wert des Garguts, einer Konsistenz des Garguts, einem Lagerungszustand des Garguts, einer Bräunung des Garguts, einer Krustenbildung des Garguts, einem Vitaminabbau des Garguts, einer Entstehung kanzerogener Substanzen im Gargut, einem Endzeitpunkt eines Prozesses und/oder einem Energieverbrauch während eines Prozesses, insbesondere zur Erstellung einer Erwärmungsverlaufprognose und/oder Steuerung des Verlaufs eines Prozesses, wie eines Garprozesses.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Stoffwert durch Extrapolation oder Iteration des zeitlichen Verlaufs der ersten Stoffwerte und/oder des zweiten Meßwerts und/oder durch Vergleich des ersten Stoffwertes und/oder des zweiten Meßwerts mit zumindest zeitweise gespeicherten Vergleichswerten bestimmt wird bzw. werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Vergleichswert zumindest zeitweise vor, während und/oder nach Erzeugung des zeitlich veränderlichen Temperaturfeldes gespeichert wird.

13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und/oder der zweite Meßwert(e) und/oder der erste und/oder zweite Stoffwert zumindest einer Steuereinrichtung für zumindest eine Wärmestromquelle, zumindest ein mit einem Garraum wechselwirkenden Heiz- und/oder Kühlelement, zumindest einen Lüfter, zumindest eine Einrichtung zum Einführen von Feuchtigkeit in den Garraum und/oder zumindest eine Einrichtung zum Abführen von Feuchtigkeit aus dem Garraum, insbesondere zum Steuern des Garverlaufs und/oder Erreichen eines vorbestimmten Garergebnisses, vorzugsweise mittels Regelung des Temperaturverlaufs, des Feuchtegehalts und/oder der Luftbewegung in dem Garraum, zugeführt wird.

14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten und/oder der zweite Meßwert(e) mittels eines zumin-

dest teilweise in ein Gargut einsteckbaren Garprozeßfühlers erfaßt wird bzw. werden und/oder das zeitlich veränderliche Temperaturfeld mittels zumindest einer von dem Garprozeßfühler umfaßten Wärmestromquelle erzeugt wird.

15. Vorrichtung, insbesondere in Form eines Garprozeßfühlers (**1, 1'**), verwendbar in einem Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend zumindest einen in das Gargut zumindest teilweise, vorzugsweise über einen Griff (**5**), einführbaren Schaft (**3, 3'**), wobei der Schaft (**3, 3'**) zumindest einen an einer der ersten Position entsprechenden ersten Stelle angeordneten ersten (**17, 17'**) und zumindest einen an einer der zweiten Position entsprechenden zweiten Stelle angeordneten zweiten Temperatursensor (**19, 19'**) sowie zumindest eine an einer der dritten Position entsprechenden dritten Stelle angeordnete Wärmestromquelle (**23, 23'**) umfaßt.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (X, Y) zwischen der ersten, zweiten und/oder dritten Stelle geringer als eine geometrische Länge einer durch das zeitlich veränderliche Temperaturfeld innerhalb eines Garguts hervorgerufene Temperaturwelle ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß eine Wärmeleitung zwischen der ersten, zweiten und/oder dritten Stelle über den Schaft (**3, 3'**) zumindest teilweise reduziert ist, vorzugsweise zumindest ein Bereich (**31a, 31b, 31c**) des Schafts (**3, 3'**) zwischen der ersten, zweiten und/oder dritten Stelle zumindest teilweise ein Material mit geringerer Wärmeleitfähigkeit als das Gargut umfaßt.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaft (**3**) ein gabelförmiges freies Ende (**7**) aufweist, wobei die erste Stelle in einer ersten Zinke (**13**) der Gabel und die zweite Stelle in einer zweiten Zinke (**15**) der Gabel angeordnet ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte Stelle in der ersten, zweiten und/oder einer dritten Zinke (**13**) der Gabel angeordnet ist.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmestromquelle (**23, 23'**) zumindest eine Einrichtung zur Zuführung von Wärmeenergie, wie in Form einer elektrischen Heizeinrichtung und/oder einer Einrichtung zur Leitung eines Erwärmungsfluids, insbesondere in Form von Verbrennungsgasen, Luft, Wasser und/oder dergleichen, und/oder eine Einrichtung (**27, 27'**) zur Abführung von Wärmeenergie, wie in Form zumindest eines Peltierelements und/oder zumindest einer Einrichtung zur Leitung eines Kühlfluids, insbe-

sondere in Form von Luft, Wasser, Stickstoff und/oder dergleichen, umfaßt.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 20, gekennzeichnet durch zumindest eine mit der Vorrichtung in Wirkverbindung stehende, insbesondere von dieser umfaßten, Sensoreinheit zur Aufnahme des zweiten Meßwerts.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 21, gekennzeichnet durch zumindest eine mit der Vorrichtung verbindbare, insbesondere von einem Gargerät zur Herstellung, Vorbereitung und/oder Garen von Lebensmitteln umfaßten, Auswerte-, Steuer- und/oder Regeleinheit, wobei die Auswerte-, Steuer- und/oder Regeleinheit vorzugsweise mit einer Speichereinheit verbindbar ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung als integraler Bestandteil eines Gargeräts oder als ein tragbares Handgerät ausgeführt ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

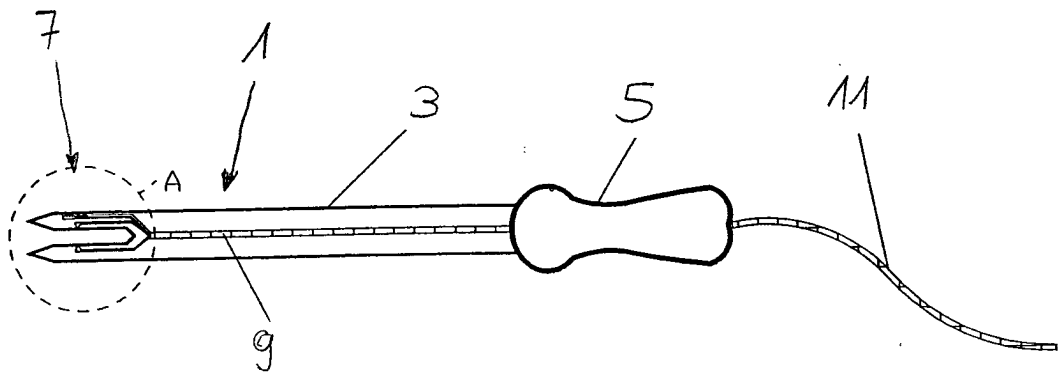


Fig. 1

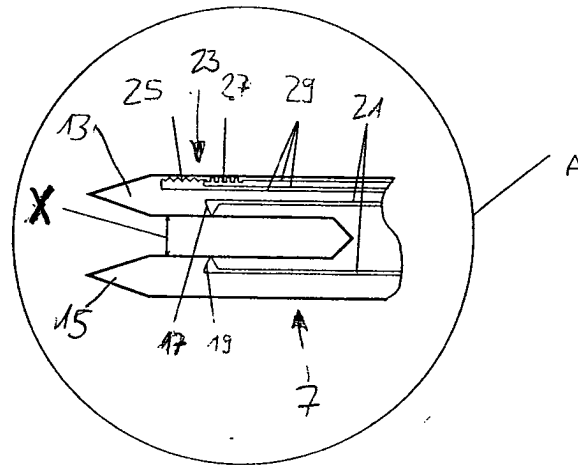


Fig. 2

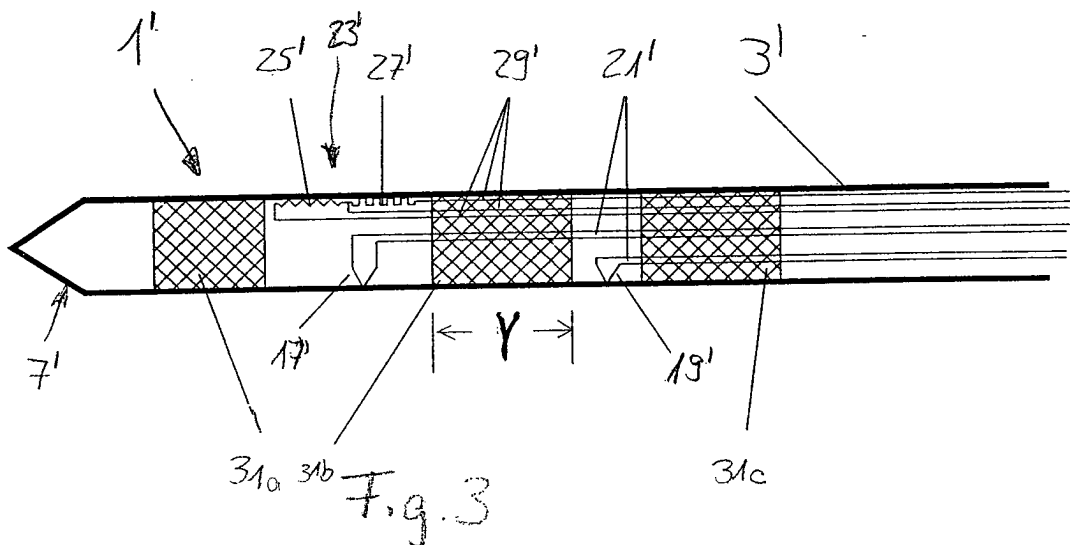


Fig. 3