(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 33 944 T2** 2007.05.10

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 145 600 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 33 944.8**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP99/10352**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 965 548.3**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/042822**
(86) PCT-Anmeldetag: **23.12.1999**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **20.07.2000**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.10.2001**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **08.11.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.05.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***H05B 6/68*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
9900108 **15.01.1999** **SE**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, ES, FR, GB, IT, SE

(73) Patentinhaber:
Whirlpool Corp., Benton Harbor, Mich., US

(72) Erfinder:
TÖRNGREN, Per, S-602 27 Norrköping, SE

(74) Vertreter:
HOFFMANN & EITLE, 81925 München

(54) Bezeichnung: **AUFTAUENVERFAHREN BEI EINEM MIKROWELLENOFEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren zum Bearbeiten gefrorener Lebensmittel in einem Mikrowellenofen und einen Mikrowellenofen hierfür.

Stand der Technik

[0002] Traditionellerweise wurden gefrorene Lebensmittel dadurch aufgetaut, dass Wärme von deren Außenseite auf sie aufgebracht wurde. Ein mit dieser Technik verbundenes Problem ist, dass sie eine lange Zeit benötigt, da die Wärme ausschließlich mittels Wärmeleitung in das Innere des Lebensmittels gelangt. Ein weiteres Problem ist, dass wenn eine Oberflächenschicht des Lebensmittels aufgetaut wurde, sie als Isolierschicht agiert, da aufgetaute Lebensmittel eine deutlich niedrigere Wärmeleitfähigkeit als gefrorene Lebensmittel aufweisen.

[0003] Mikrowellenöfen werden generell zur Erwärmung sowohl aufgetauter als auch gefrorener Lebensmittel verwendet. Mikrowellenöfen erwärmen das Lebensmittel mittels Mikrowellen bei einer Frequenz von 2,45 GHz. Die Verwendung eines Mikrowellenofens zum Auftauen von Lebensmitteln macht es möglich, die Energie zu den zentralen Teilen des gefrorenen Lebensmittels zuzuführen, da die Mikrowellen durch das Lebensmittel hindurchtreten, auch wenn sie dabei abklingen.

[0004] Ein mit dem Auftauen von Lebensmitteln in Mikrowellenöfen verbundenes Problem ist, dass das Lebensmittel ungleichmäßig erwärmt werden kann, so dass einige Teile extrem heiß werden, während andere Teile des Lebensmittels gefroren bleiben. Dies führt zu einer Erwärmung und zum Anbrennen des aufgetauten Lebensmittels.

[0005] Die US 4,453,066 beschreibt ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Auftauen gefrorener Lebensmittel in einem Ofen-Hohlraum. Das Verfahren ist in verschiedene Schritte unterteilt, von denen der erste die Zufuhr kontinuierlicher Mikrowellenenergie in den Ofen-Hohlraum bei einer Wattleistung von zwischen 450 und 600 W über eine Zeitdauer beinhaltet, die vom Gewicht des Lebensmittels abhängt. Dem ersten Schritt folgt ein zweiter Schritt, während dem keine Mikrowellenenergie in den Ofen-Hohlraum zugeführt wird. Während des zweiten Schritts gleicht sich die Temperatur im Lebensmittel aus. In einem dritten Schritt wird Mikrowellenenergie mit einer deutlich niedrigeren Durchschnittsleistung in den Ofen-Hohlraum für eine Zeitdauer zuführt, die vom Gewicht des Lebensmittels abhängt. Die PCT-Anmeldung PCT/JP98/00065 beschreibt ein Verfahren zum Auftauen von Lebensmitteln in einem Mikrowellenofen. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrowellenenergie ungleichmäßig über die Zeit zumindest am Phasenübergang zwischen Eis und Wasser gepulst wird. Die Durchschnittsleistung der Mikrowellen ist niedrig, um eine Überhitzung des Lebensmittels zu verhindern.

[0006] Ein mit dem Stand der Technik verbundenes Problem ist, dass das Auftauen eine recht lange Zeit benötigt. Beispielsweise dauert es mehr als 10 Minuten, um 500g Hackfleisch mittels des Verfahrens gemäß dem oben erwähnten US-Patent aufzutauen. Anwender von Mikrowellenöfen haben den Wunsch geäußert, dass das Auftauen schnell erfolgen sollte. Dementsprechend besteht eine Notwendigkeit für Verfahren zum Auftauen von Lebensmitteln in einem Mikrowellenofen, die schneller als die derzeitigen Verfahren sind. Zur gleichen Zeit ist es notwendig, heiße Bereich im Lebensmittel zu verhindern.

Zusammenfassung der Erfindung

[0007] Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, das schnelle Auftauen gefrorener Lebensmittel in einem Mikrowellenofen zur Verfügung zu stellen, während eine Überhitzung bestimmter Bereiche des Lebensmittel verhindert wird.

[0008] Dieses Ziel wird durch die Verfahren und den Mikrowellenofen, die die Merkmale, wie sie in den anhängenden Ansprüchen dargelegt sind, aufweisen.

[0009] Ein Verfahren und ein Mikrowellenofen gemäß der Erfindung betreffen die Bearbeitung von gefrorenen Lebensmitteln, die vorzugsweise mehr als 0,1 bis 0,2 kg wiegen.

[0010] Eine Grundidee der Erfindung ist, so viel Mikrowellenenergie wie möglich in das Lebensmittel einzu-

bringen, bevor die Oberfläche auftaut.

[0011] Ein Startpunkt für die vorliegende Erfindung war die Einsicht, dass das gefrorene Lebensmittel teilweise aufgrund absorbierter Mikrowellenenergie und teilweise aufgrund der Tatsache, dass die wärmere Umgebungsluft die Oberfläche des Lebensmittels erwärmt, erhitzt wird.

[0012] Eine weitere Grundidee der Erfindung ist es, eine große Menge an Hochleistungs-Mikrowellenenergie während zwei Zeitintervallen derart zuzuführen, dass ein wesentlicher Teil des Lebensmittels am Ende des zweiten Intervalls aufgetaut sein wird.

[0013] Überraschenderweise wurde als möglich und vorteilhaft ermittelt, eine große Menge an Mikrowellenenergie für eine kurze Zeit zuzuführen, wobei eine beachtliche Menge an Energie hierdurch innerhalb des Lebensmittels absorbiert wird, bevor die Oberflächenschicht aufgetaut wurde.

[0014] Die Mikrowellen haben eine wesentlich kürzere Eintrittstiefe in aufgetautem Lebensmittel im Vergleich zu gefrorenem Lebensmittel. Infolgedessen absorbiert die Oberflächenschicht dann, wenn sie aufgetaut wurde, einen großen Teil der einkommenden Mikrowellenenergie, was zum Aufheizen der Oberflächenschicht führt. Dementsprechend ist es wichtig, dass das Lebensmittel gefroren ist, wenn das Auftauen beginnt und insbesondere ist es wichtig, dass die Oberflächenschicht des Lebensmittels gefroren ist.

[0015] Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben realisiert, dass die Verwendung von derzeit erhältlichen Mikrowellenöfen mit gleichmäßiger Feldverteilung es ermöglicht, eine große Menge an Mikrowellenenergie in das Lebensmittel über eine kurze Zeit ohne eine lokale Überhitzung zuzuführen.

[0016] Die Erfindung ermöglicht deutlich kürzere Auftauzeiten insbesondere für Lebensmittel, die bis zu einem Grenzgewicht von 0,4 bis 0,6 kg wiegen.

[0017] Jedoch ermöglicht die Erfindung auch eine deutliche Zeitersparnis bei anderen Gewichten.

[0018] Ein Mikrowellenofen zum Auftauen gefrorener Lebensmittel umfasst eine Mikrowellen-Quelle zum Erzeugen von Mikrowellen, einen Ofen-Hohlraum sowie eine Steuerungseinheit.

[0019] Gemäß einem Aspekt der Erfindung umfasst ein Verfahren zum Auftauen gefrorener Lebensmittel, die ein Gewicht im Bereich von einem niedrigen Gewicht, das 0,1 bis 0,2 kg beträgt, bis zu einem Grenzgewicht die Schritte des Versorgens der Steuerungseinheit mit einem Eingabesignal, das Informationen über das Gewicht des Lebensmittels und vorzugsweise auch über dessen Typ enthält;
wobei die Steuerungseinheit bewirkt, dass die Mikrowellen-Quelle Mikrowellen zuführt, die eine Durchschnittsleistung von mehr als 400 W, vorzugsweise mehr als 600 W und vorteilhafterweise mehr als 800 W aufweisen, in den Ofen-Hohlraum während eines ersten Zeitintervalls, während dem die in den Ofen-Hohlraum zugeführte Gesamtmikrowellenenergie 50 J/g an Lebensmittel, vorzugsweise 80 J/g an Lebensmittel und vorteilhafterweise 120 J/g an Lebensmittel übersteigt;
die Steuerungseinheit bewirkt, dass die Mikrowellen-Quelle während einer Warteperiode nach dem ersten Zeitintervall abgeschaltet ist;
die Steuerungseinheit bewirkt, dass die Mikrowellen-Quelle Mikrowellen zuführt, die eine Durchschnittsleistung von mehr als 400 W, vorzugsweise mehr als 600 W und vorteilhafterweise mehr als 800 W aufweisen, in den Ofen-Hohlraum während eines zweiten Zeitintervalls, während dem die vom Ofen-Hohlraum zugeführte Gesamtmikrowellenenergie 40 J/g an Lebensmittel, vorzugsweise 60 J/g an Lebensmittel und vorteilhafterweise 90 J/g an Lebensmittel übersteigt.

[0020] Es wurde im Hinblick auf das Auftauen als nachteilig für die Durchschnittsleistung der Mikrowellen ermittelt, dass sie während des ersten und zweiten Zeitintervalls exzessiv hoch ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Durchschnittsleistung der Mikrowellen während der ersten und zweiten Zeitintervalle maximal 2 kW, vorzugsweise maximal 1,5 kW und vorteilhafterweise maximal 1,2 kW.

[0021] Im Licht der Erfindung wird der Fachmann erkennen, dass es notwendig ist, Experimente auszuführen, um das Verfahren für spezielle Öfen zu optimieren. Dementsprechend kann es, um ein optimales Auftau-Ergebnis zu erzielen, notwendig sein, die Längen der ersten Zeitintervalle auf den speziellen zu verwendenden Ofen anzupassen.

[0022] Auch wenn ein Ofen verwendet wird, der eine vergleichsweise gleichmäßige Feldverteilung aufweist,

ist es vorteilhaft, das Lebensmittel nach dem ersten Zeitintervall umzudrehen, um die Effekte einer räumlichen Ungleichmäßigkeit des Mikrowellenfelds auszugleichen. Durch Umdrehen des Lebensmittels ist es möglich, direkt mit einem neuen Zeitintervall zu beginnen, während dem eine hohe Durchschnittsleistung in den Ofen-Hohlraum von der Mikrowellen-Quelle zugeführt wird.

[0023] Infolgedessen umfasst ein Verfahren gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ebenso die Schritte des Emittierens eines Umdrehsignals am Ende des ersten Zeitintervalls; und
wobei die Steuerungseinheit während der Warteperiode detektiert, ob das Lebensmittel umgedreht wurde.

[0024] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung ist es vorteilhaft, das Lebensmittel nach dem ersten Zeitintervall umzudrehen, wenn dessen Gewicht oberhalb des Grenzgewichts liegt, um es zu ermöglichen, Hochleistungs-Mikrowellen ohne Überhitzung des Lebensmittels zuzuführen. Infolgedessen umfasst das Verfahren gemäß der Erfindung im Zusammenhang mit Lebensmittels, deren Gewicht das Grenzgewicht übersteigt, immer die Schritte des Absatzemittierens eines Umdrehsignals am Ende des ersten Zeitintervalls;
wobei die Steuerungseinheit während der Warteperiode detektiert, ob das Lebensmittel umgedreht wurde. Während des zweiten Zeitintervalls werden Mikrowellen mit einer hohen Durchschnittsleistung in den Ofen-Hohlraum nur dann zugeführt, wenn die Steuerungseinheit ein Signal empfangen hat, das anzeigt, dass das Lebensmittel umgedreht wurde.

[0025] Das Signal zum Ofen, das anzeigt, dass das Lebensmittel umgedreht wurde, kann beispielsweise das sein, dass die Ofentür verschlossen wird, nachdem sie vorab geöffnet wurde. Alternativ hierzu kann der Mikrowellenofen mit einem drucksensitiven Element versehen sein, das dazu geeignet ist, das Gewicht des Lebensmittels abzutasten. Wenn das Lebensmittel umgedreht wurde, wird sich der Druck auf das drucksensitive Element verändern, wodurch es möglich wird, zu detektieren, dass das Lebensmittel umgedreht wurde. Es ist ebenso möglich, drucksensitive Elemente zum Abwiegen des Lebensmittels zu verwenden.

[0026] Wenn das Gewicht des Lebensmittels unterhalb des Grenzgewichts liegt und das Lebensmittel nicht nach dem ersten Zeitintervall umgedreht wurde, ist es vorteilhaft, dass das zweite Zeitintervall nach einer vorab bestimmten Warteperiode beginnt. Die Warteperiode ermöglicht es der Temperatur des Lebensmittels, sich auszugleichen. Experimente haben gezeigt, dass die Länge der Warteperiode vorzugsweise 1 bis 3 Minuten für Lebensmittel betragen sollte, die ein Gewicht unterhalb des Grenzgewichts aufweisen. Die optimale Warteperiode ist leicht gewichtsabhängig und 2 Minuten ist eine geeignete Auswahl für Gewichte bis zum Grenzgewicht.

[0027] Im Falle von Lebensmitteln, die mehr als das Grenzgewicht wiegen, ist es üblicherweise nicht notwenig, eine ausreichende Menge an Energie in den Ofen-Hohlraum während des ersten und zweiten Zeitintervalls zuzuführen, um das Lebensmittel ohne Überhitzung desselben an bestimmten Orten aufzutauen. In einem solchen Fall sind weitere Schritte erforderlich, um das Lebensmittel im Wesentlichen aufzutauen, wobei in diesen Schritten Mikrowellenenergie bei niedriger Leistung zum Lebensmittel zugeführt werden. Es ist möglich, die Form des Lebensmittels in einer solchen Weise anzupassen, dass auch dann, wenn sein Gewicht das Grenzgewicht übersteigt, es nicht in Verbindung mit der Auftauung bei hoher Leistung verbrennt.

[0028] Das Grenzgewicht für die meisten Arten von Lebensmitteln liegt im Bereich von 0,4 bis 0,6 kg und üblicherweise im Bereich von 0,45 bis 0,55 kg.

[0029] Die Längen der zwei Zeitintervalle werden vorzugsweise aus der Gleichung $T_n=k0_n+k_n \cdot W$ berechnet, wobei W das Gewicht des Lebensmittels und k_n eine Konstante abhängig unter anderem von der Mikrowellenleistung und der Art des Lebensmittels ist. Die Konstante k_n wird experimentell für verschiedene Öfen bestimmt. Die Konstante $k0_n$ ist vorzugsweise Null, kann jedoch bei bestimmten Öfen und bestimmten Arten von Lebensmitteln von Null abweichen.

[0030] Bevorzugte Werte der Mikrowellenenergie, die in den Ofen-Hohlraum während der ersten und zweiten Zeitintervalle für unterschiedliche Typen von Lebensmitteln, deren Gewichte 0,1 bis 0,2 kg übersteigen und die niedriger als das Grenzgewicht sind, sind in Tabelle 1 gezeigt. Besonders bevorzugte Energien sind in Klammern gesetzt.

Art des Lebensmittels	Energie/g (J) Intervall 1	Energie/g (J) Intervall 2
Tierisch	110-160 (120-150)	90-140 (100-120)
pflanzlich	140-170 (150-160)	110-140 (120-130)

Tabelle 1

[0031] Bevorzugte Werte der Mikrowellenenergie, die in den Ofen-Hohlraum während des ersten und zweiten Zeitintervalls für unterschiedliche Arten von Lebensmitteln, deren Gewicht das Grenzgewicht übersteigen, zugeführt werden, sind in Tabelle 2 gezeigt. Besonders bevorzugte Energien sind in Klammern gesetzt.

Art des Lebensmittels	Energie/g (J) Intervall 1	Energie/g (J) Intervall 2
Tierisch	110-190 (120-180)	40-80 (50-70)
pflanzlich	160-240 (180-220)	50-90 (60-80)

Tabelle 2

[0032] Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird eine ausreichende Menge an Energie in den Ofen-Hohlraum zugeführt, um das Auftauen am Ende des zweiten Zeitintervalls für Lebensmittel zu gewährleisten, die ein Gewicht zum Grenzgewicht aufweisen. Im Falle von tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln bedeutet dies, dass eine Gesamtenergie von mehr als 200 J/g bis 250 J/g in den Ofen-Hohlraum während der ersten und zweiten Intervalle zugeführt wird.

[0033] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird die Energie während des ersten und zweiten Zeitintervalls mit einer ausreichenden Leistung zugeführt, um 0,1 bis 0,6 kg Lebensmittel in einer Zeit kürzer als 1 Minute pro 100 g Lebensmittel, vorzugsweise in einer Zeit kürzer als 2/3 einer Minute pro 100 g Lebensmittel aufzutauen.

[0034] Für Gewichte oberhalb des Grenzwerts wird ein größerer Teil der Energie während des ersten Zeitintervalls in den Ofen-Hohlraum zugeführt.

[0035] Es wurde als vorteilhaft ermittelt, dass das erste Zeitintervall länger als das zweite ist und dass die zugeführte Gesamtenergie während des ersten Zeitintervalls größer als während des zweiten Zeitintervalls ist. Es ist jedoch innerhalb des Schutzbereichs der Erfindung, dass die während des ersten Zeitintervalls zugeführte Gesamtenergie etwas geringer als die während des zweiten Zeitintervalls zugeführte Gesamtenergie ist.

[0036] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst ein Verfahren zur Bearbeitung gefrorener Lebensmittel in dem Ofen-Hohlraum eines Mikrowellenofens mittels Mikrowellen, die zum Ofen-Hohlraum zugeführt werden, die Schritte des Zuführens von Mikrowellen in den Ofen-Hohlraum bei im Wesentlichen kontinuierlicher voller Leistung während eines ersten Zeitintervalls, das Unterbrechen der Mikrowellen-Zufuhr während einer Warteperiode im Anschluss an das erste Zeitintervall, das Zuführen von Mikrowellen in den Ofen-Hohlraum bei einer im Wesentlichen kontinuierlichen vollen Leistung während eines zweiten Zeitintervalls im Anschluss an die Warteperiode, wobei die Dauer des zweiten Zeitintervalls größer als ein Drittel, vorzugsweise als die Hälfte der Dauer des ersten Zeitintervalls ist, so dass das Lebensmittel zumindest im Wesentlichen gerade am Ende des zweiten Zeitintervalls aufgetaut ist.

[0037] Die während des ersten Zeitintervalls zum Ofen-Hohlraum zugeführte Energie stellt vorteilhafterweise 50 bis 70% der Gesamtenergie im ersten und zweiten Zeitintervall abhängig vom Gewicht des Lebensmittels dar.

[0038] Wenn das Gewicht des Lebensmittels in einem Bereich von einem niedrigeren Gewicht, das 0,1 bis 0,2 kg beträgt, bis zu einem Grenzgewicht, das 0,4 bis 0,6 kg beträgt, ist die während des zweiten Zeitintervalls zugeführte Energie vorzugsweise zumindest etwa 70% und vorteilhafterweise zumindest 80% der während des ersten Zeitintervalls zugeführten Energie.

[0039] Wenn das Gewicht das Grenzgewicht übersteigt und ein Umdrehen ausgeführt wurde, stellt die während des zweiten Zeitintervalls zugeführte Energie vorzugsweise zumindest etwa 40%, vorteilhafterweise zumindest 50% der während des ersten Zeitintervalls zugeführten Energie dar.

[0040] Wenn das Gewicht das Grenzgewicht übersteigt, folgt dem zweiten Zeitintervall eine zweite Warteperiode und während des Zeitintervalls nach der zweiten Warteperiode werden Mikrowellen bei reduzierter Durchschnittsleistung für ein abschließendes Auftauen des Lebensmittels in den Ofen-Hohlraum zugeführt. Die während des dritten Zeitintervalls zugeführte Energie ist niedriger als etwa 25%, vorzugsweise niedriger als 20% der zugeführten Gesamtenergie.

[0041] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst ein Mikrowellenofen zum Auftauen von Lebensmitteln eine Mikrowellen-Quelle zum Erzeugen von Mikrowellen, einen Ofen-Hohlraum, ein Eingabeelement für ein Eingabesignal, das Informationen über das Lebensmittel enthält, eine Steuerungseinheit zum Steuern der Mikrowellen-Quelle, wobei die Steuerungseinheit mit dem Eingabeelement verbunden ist. Die Steuerungseinheit ist dazu geeignet, auf Basis des Eingabesignals die Längen der ersten und zweiten Zeitintervalle zu berechnen, wenn das Gewicht des Lebensmittels in einem Bereich von einem niedrigeren Gewicht, das 0,1 bis 0,2 kg beträgt, bis zu einem Grenzgewicht, das 0,4 bis 0,6 kg beträgt, liegt und zu bewirken, dass die Mikrowellen-Quelle Mikrowellen während des ersten Zeitintervalls mit einer Durchschnittsleistung von mehr als 400 W, vorzugsweise mehr als 600 W und vorteilhafterweise mehr als 800 W mit einer Gesamtmenge an Energie, die 50 J/g Lebensmittel, vorzugsweise 80 J/g Lebensmittel und vorteilhafterweise 120 J/g Lebensmittel übersteigt, zuführt. Darüber hinaus ist die Steuerungseinheit dazu geeignet zu bewirken, dass die Mikrowellen-Quelle im Anschluss während einer Warteperiode abgeschaltet ist um zu bewirken, dass die Mikrowellen-Quelle während des zweiten Zeitintervalls nach der Warteperiode Mikrowellen bei einer Durchschnittsleistung von mehr als 400 W, vorzugsweise mehr als 600 W und vorteilhafterweise mehr als 800 W und mit einer Gesamtmenge an Energie, die 40 J/g Lebensmittel, vorzugsweise 60 J/g Lebensmittel und vorteilhafterweise 90 J/g Lebensmittel übersteigt, in den Ofen-Hohlraum zuführt.

[0042] Gemäß der Erfindung ist die Steuerungseinheit vorzugsweise dazu geeignet zu bewirken, dass die Mikrowellen-Quelle Mikrowellen-Energie während des ersten und des zweiten Zeitintervalls nur dann in den Ofen-Hohlraum zuführt, wenn das Gewicht des Lebensmittels unterhalb des Grenzgewichts liegt.

[0043] Eine gleichmäßige Feldverteilung im Mikrowellenofen kann auf viele Arten gewährleistet werden. Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine gleichmäßige Feldverteilung durch einen Ofen-Hohlraum sichergestellt, der einen nach oben hin sich verringernden horizontalen Querschnitt in Bezug auf dessen Bodenquerschnitt aufweist.

[0044] Gemäß einer Ausführungsform wird dies dadurch gewährleistet, dass eine der Seitenwände sich zumindest am oberen Teil nach innen neigt.

[0045] Ihr vertikaler unterer Teil ist vorzugsweise zumindest 50 mm hoch und eine Hohlraumwand gegenüber dieser geneigten Seitenwand ist mit zumindest einer Schlitzöffnung versehen, die am oberen Teil zur Zufuhr der Mikrowellen platziert ist.

[0046] Um die Feld-Gleichmäßigkeit weiter zu verbessern, können die oben genannten Merkmale zur Sicherstellung einer gleichmäßigen Feldverteilung im Ofen-Hohlraum mit einem oder mehreren der nachfolgenden Merkmale kombiniert werden:
die Decke des Ofen-Hohlraums wird mit einer Schlitzöffnung zur Zufuhr von Mikrowellen versehen, wobei die Schlitzöffnung sich transversal über eine vertikale Ebene erstreckt, in der die horizontale Hohlraum-Breite nach oben hin abnimmt, und
der horizontale Querschnitt des Hohlraums weist eine Tiefe auf, die etwa 85 bis 120 der Breite entspricht. Eine Mikrowelle mit diesen Merkmalen ist in der PCT-Anmeldung PCT/EP98/00553 beschrieben.

[0047] Alternativ hierzu wird gemäß der Erfindung eine gleichmäßige Feldverteilung im Ofen-Hohlraum durch Bereitstellen des Mikrowellen-Ofens mit einer Hohlleiter-Vorrichtung zur Zufuhr von Mikrowellenenergie von der Mikrowellen-Quelle zum Ofen-Hohlraum mit dazwischen liegenden zumindest zwei Zufuhranschlüssen, die in einer Distanz zueinander platziert sind, gewährleistet. Die Hohlleiter-Vorrichtung ist zum Bereitstellen einer bestimmten Menge an interner Reflektion dimensioniert, wobei ein Resonanzzustand in dem Mikrowellen-Ofen für Mikrowellen, die von der Mikrowellen-Quelle erzeugt wurden, erreicht wird. Die Hohlleiter-Vorrichtung weist einen vorab bestimmten Qualitätsfaktor auf, der höher als der Qualitätsfaktor des Ofen-Hohlraums für jeden vorgegebenen Strom ist.

[0048] Die US 5,237,139 beschreibt detaillierter einen Ofen, der diese Merkmale aufweist, die eine gleichmäßige Feldverteilung im Ofen-Hohlraum unabhängig von der Beladung des Ofen-Hohlraums gewährleistet.

[0049] Es ist vorteilhaft, die Merkmale der oben erwähnten Patentschriften miteinander zu kombinieren.

[0050] Das Eingabesignal, das Informationen über das Gewicht des Lebensmittels enthält, kann beispielsweise aus der Eingabe des Gewichts bestehen. In einer einfacheren Ausgestaltung besteht das Eingabesignal aus der Auswahl eines von verschiedenen vorgegebenen Programmen. Die Funktion des Eingabesignals ist es, als Basis für die Einstellung des Zeitintervalls zu dienen.

[0051] Die Mikrowellenenergie wird in der Form von Pulsen oder vorzugsweise kontinuierlich in den Ofen-Hohlraum zugeführt.

[0052] Es ist vorteilhaft für das Lebensmittel zu rotieren, wenn Mikrowellen von der Mikrowellen-Quelle zugeführt werden, da dies bedeutet, dass jedes Fehlen von Gleichmäßigkeit im Mikrowellenfeld im Lebensmittel sich über die Zeit ausgleicht.

[0053] Wenn das Lebensmittel rotiert wird, ist es für die Mikrowellenenergie vorteilhaft, kontinuierlich in den Ofen-Hohlraum zugeführt zu werden, um jedes Fehlen an Gleichmäßigkeit im Mikrowellenfeld, die mit dem Perioden ohne Mikrowellen zusammenwirken, zu verhindern, wodurch eine ungleichmäßige Aufheizung bewirkt wird.

[0054] Selbstverständlich können die verschiedenen oben beschriebenen Aspekte in der gleichen Ausführungsform miteinander kombiniert werden.

[0055] Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0056] Fig. 1 zeigt einen Mikrowellenofen gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0057] Fig. 2 ist ein Diagramm, das die Mikrowellenleistung als Funktion der Zeit zeigt, wenn 500g gefrorenen Hackfleischs aufgetaut werden, gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei das Lebensmittel nach dem ersten Zeitintervall umgedreht wurde.

[0058] Fig. 3 ist ein Diagramm, das die Mikrowellenleistung als Funktion der Zeit gemäß einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für das Auftauen von 500 g gefrorenem Hackfleisch zeigt, wobei das Lebensmittel nach dem ersten Zeitintervall nicht umgedreht wurde.

[0059] Fig. 4 ist ein Diagramm, das die Mikrowellenleistung als Funktion der Zeit gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für das Auftauen von 100 g von gefrorenem Hackfleisch zeigt, wobei das Lebensmittel nach dem ersten Zeitintervall umgedreht wurde.

[0060] Fig. 5 zeigt schematisch einen vertikalen Querschnitt eines Mikrowellenofens gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0061] Fig. 1 zeigt einen Mikrowellenofen **1** gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Der Ofen weist einen Ofen-Hohlraum **2**, eine Mikrowellen-Quelle **3** zum Erzeugen von Mikrowellen bei 2,45 GHz, ein Eingabeelement **4** zum Eingeben des Gewichts und der Art des Lebensmittels, eine Steuerungseinheit **5** zum Steuern der Mikrowellen-Quelle sowie eine Beladungszone mit einer Drehplatte **6** für das Lebensmittel sowie Öffnungen **7** zum Zuführen von Mikrowellen auf. Der Ofen ist ebenso mit einem Türkontakt **8** zur Überprüfung, ob die Tür geschlossen ist, versehen.

[0062] Fig. 2 zeigt die Mikrowellenleistung P als eine Funktion der Zeit t, wenn 500 g Hackfleisch im Mikrowellenofen des Modells Talent von Whirlpool, der eine maximale Mikrowellenleistung von 1 kW in den Ofen-Hohlraum zuführt, gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufgetaut werden. Der Ofen ist mit einem Steuerungsprogramm gemäß der Erfindung versehen. Die Temperatur des

Hackfleischs beträgt zum Zeitpunkt 0 in dem Diagramm –18°C. Das Gewicht und die Art des Lebensmittels werden am Eingabeelement **4**, das mit der Steuerungseinheit **5** verbunden ist, eingegeben. Das Auftauen wird in drei Schritten ausgeführt. Im ersten Schritt wird während eines ersten Zeitintervalls **9** die volle Mikrowellenleistung von der Mikrowellen-Quelle zugeführt. Die Steuerungseinheit berechnet die Länge des Zeitintervalls unter Zuhilfenahme des Gewichts und des Typs des Lebensmittels. Das erste Zeitintervall wird unter Verwendung der Formel $T_1=k0_1+k_1 \cdot W$ berechnet, wobei die Konstante $k0_1$ in diesem Fall Null ist, k_1 eine Konstante ist, die von der Art des Lebensmittels und der Energie der Mikrowelle abhängt, und W das Gewicht des Lebensmittels ist. Im Falle von Hackfleisch mit einem Gewicht von 500 g ist ein geeigneter Wert der Konstante k_1 für den Talent-Ofen 0,13 s/g. Infolgedessen ist das erste Zeitintervall für 500 g Hackfleisch 65 Sekunden lang. Dies bedeutet, dass die Mikrowellen-Quelle 0,13 kJ pro Gramm Hackfleisch in den Ofen-Hohlraum zugeführt hat. Am Ende **10** des ersten Zeitintervalls **9** emittiert die Steuerungseinheit des Mikrowellen-Ofens ein Umdrehsignal, das anzeigt, dass das Lebensmittel umgedreht werden sollte. Wenn die Ofentür zum Zeitpunkt **11** geschlossen ist, beginnt das zweite Zeitintervall **12**, während dem die Mikrowellen-Quelle den Ofen-Hohlraum bei voller Leistung versorgt. Die Länge des zweiten Zeitintervalls wird unter Verwendung der Formel $T_2=k0_2+k_2 \cdot W$ berechnet, wobei die Konstante $k0_2$ in diesem Fall Null ist und k_2 eine Konstante ist, die von der Leistung des Mikrowellenofens abhängt. Im Falle von Hackfleisch mit einem Gewicht von maximal 500 g haben Experimente ergeben, dass ein geeigneter Wert von k_2 für den Talent-Ofen 0,1 s/g ist und infolgedessen das zweite Zeitintervall für 500 g Hackfleisch 55 Sekunden lang ist. Dies bedeutet, dass die Mikrowellen-Quelle 0,1 kJ pro Hackfleisch in den Ofen-Hohlraum zugeführt hat. Wenn das Lebensmittel umgedreht wurde sobald das Signal emittiert wurde, wird der gesamte Auftauprozess nur geringfügig mehr als 2 Minuten betragen haben. Das Lebensmittel ist anschließend im Wesentlichen aufgetaut.

[0063] Fig. 3 zeigt die Mikrowellenleitung P als eine Funktion der Zeit t, wenn gemäß einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung 500 g Hackfleisch aufgetaut werden, wobei das Lebensmittel im Anschluss an den ersten Schritt nicht umgedreht wurde. Das Gewicht und die Art des Lebensmittels werden in das Eingabeelement auf die gleiche Weise wie im vorab beschriebenen Beispiel eingegeben. Das Auftauen wird in drei Schritten durchgeführt. Im ersten Schritt **13** wird die volle Mikrowellenleistung über 65 Sekunden in Übereinstimmung mit der oben beschriebenen Ausführungsform zugeführt. Nach diesem ersten Zeitintervall emittiert der Mikrowellenofen zum Zeitpunkt **14** ein Umdrehsignal, das anzeigt, dass das Lebensmittel umgedreht werden sollte. Im Anschluss an eine vorab eingestellte, 120 Sekunden dauernde Warteperiode **15**, während der keine Mikrowellen in den Ofen-Hohlraum zugeführt werden, beginnt die Mikrowellen-Quelle, während eines zweiten Zeitintervalls **16** die gesamte Leistung in den Ofen-Hohlraum zuzuführen. Die Warteperiode ermöglicht es der Temperatur des Lebensmittels, gleichmäßig zu werden. Infolgedessen ist es im Anschluss an die Warteperiode wiederum möglich, Mikrowellen in den Ofen-Hohlraum bei voller Leistung zuzuführen. Die Länge des zweiten Zeitintervalls wird unter Verwendung der Formel $T_2=k0_2+k_2 \cdot W$ berechnet, wobei die Konstante $k0_2$ in diesem Fall Null ist, k_2 eine Konstante ist, die von der Art des Lebensmittels und der Leistung des Mikrowellenofens abhängt. Im Falle von Hackfleisch ist ein geeigneter Wert für k_2 0,1 und infolgedessen ist das zweite Zeitintervall für 500 g Hackfleisch 55 Sekunden lang.

[0064] Experimente haben ergeben, dass es beim Auftauen von Hackfleisch möglich ist, die gleichen Konstanten in den Ausdrücken für die Längen der Zeitintervälle sowohl dann, wenn das Hackfleisch umgedreht wurde, als auch dann, wenn es nicht im Anschluss an das erste Zeitintervall umgedreht wurde, zu verwenden.

[0065] Die Temperatur wird jedoch nur dann ausreichend gleichmäßig, wenn das Gewicht des Lebensmittels unterhalb eines Maximalgewichts liegt. Experimente haben ergeben, dass dieser Maximalwert typischerweise 500 g für Hackfleisch in dem oben erwähnten Ofen beträgt. Im Falle anderer Lebensmittel ist dieser Maximalwert bis zu 0,6 kg. Für Gewichte, die diesen Maximalwert übersteigen, ist es somit vorteilhaft, dass das Lebensmittel nach dem ersten Zeitintervall umgedreht wird. Dies ermöglicht es, die gesamte Leistung in den Ofen-Hohlraum während des zweiten Zeitintervalls ohne Übererhitzung des Lebensmittels zuzuführen.

[0066] Fig. 4 zeigt die Mikrowellenleistung P als eine Funktion der Zeit t, wenn 1000 g Hackfleisch in einem Talent-Ofen von Whirlpool gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufgetaut werden. Das Gewicht und die Art des Lebensmittels werden in das Eingabe-Element eingegeben, das mit der Steuerungseinheit verbunden ist. Das Auftauen wird in fünf Schritten durchgeführt. Im ersten Schritt wird während eines ersten Zeitintervalls **17** die vollständige Mikrowellenleistung von der Mikrowellen-Quelle zugeführt. Die Steuerungseinheit berechnet die Länge des Auftauzeit-Intervalls mit der Hilfe des Gewichts und der Art des Lebensmittels. Das erste Zeitintervall wird unter Verwendung der Formel $T_1=k0_1+k_1 \cdot W$ berechnet, wobei die Konstante $k0_1$ in diem Fall Null ist, k_1 eine Konstante ist, die von der Art des Lebensmittels und der Leistung des Mikrowellenofens abhängt, und W das Gewicht des Lebensmittels ist. Im Falle von Hackfleisch ist ein geeigneter Wert für die Konstante k_1 0,16 s/g, wenn das Gewicht 1000g beträgt. Infolgedessen ist das erste Zei-

tintervall für 1000g Hackfleisch 160 Sekunden lang. Dies ist äquivalent mit einer Mikrowellen-Quelle, die 0,16 kJ pro Gramm Hackfleisch zugeführt hat. Nach dem ersten Zeitintervall emittiert der Mikrowellenofen ein Umdrehsignal zum Zeitpunkt **18**, das anzeigt, dass das Lebensmittel umgedreht werden sollte. Wenn sich die Ofentür zum Zeitpunkt **19** nachdem das Lebensmittel umgedreht wurde schließt, beginnt das zweite Zeitintervall **20**, während dem die Mikrowellen-Quelle den Ofen-Hohlraum bei voller Leistung versorgt. Die Länge des zweiten Zeitintervalls wird unter Verwendung der Formel $T_2=k0_2+k_2 \cdot W$ berechnet, wobei die Konstante $k0_2$ in diesem Fall Null ist und k_2 eine Konstante ist, die von der Art des Lebensmittels und der Leistung des Mikrowellenofens abhängt. Im Falle von Hackfleisch ist ein geeigneter Wert für k_2 0,05 s/g für 1000g Hackfleisch und infolgedessen ist das zweite Zeitintervall bei 1000g Hackfleisch 50 Sekunden lang. Dies ist äquivalent mit einer Mikrowellen-Quelle, die 0,05 kJ pro Gramm Hackfleisch versorgt hat.

[0067] Nach dem zweiten Zeitintervall ist das Hackfleisch nicht vollständig aufgetaut. Nach dem zweiten Zeitintervall wird es der Temperatur des Fleischs ermöglicht, während einer zweiten Warteperiode **21** gleichmäßig zu werden. Die Länge der zweiten Warteperiode wird aus der Gleichung $T_V=k0_V+k_V \cdot W$ bestimmt, wobei W das Gewicht des Lebensmittels ist, $k0_V$ eine Konstante ist, die üblicherweise Null ist und k_V eine Konstante ist, die unter anderem von der Mikrowellenleistung und der Art des Lebensmittels abhängt. Im Falle von Hackfleisch ist 0,25 ein geeigneter Wert für k_V, was bei 1000g Hackfleisch zu einer Wartperiode von 250 Sekunden führt. Im Anschluss werden Mikrowellen, die eine Durchschnittsleistung von 160 W aufweisen, in den Ofen-Hohlraum während eines dritten Zeitintervalls **22** zugeführt, das aus der Gleichung $T_3=k0_3+k_3 \cdot W$ bestimmt wurde, wobei die Konstante $k0_3$ Null ist, W das Gewicht des Lebensmittels in Gramm ist und k_3 von der Art des Lebensmittels und der Durchschnittsleistung von der Mikrowellen-Quelle abhängt. In Fig. 4 ist die Leistung während des dritten Zeitintervalls konstant, jedoch kann eine geeignete Durchschnittsleistung in konventioneller Weise durch Pulsen der Mikrowellen-Quelle in geeigneter Weise erreicht werden. Für 1000g Hackfleisch ist 0,4 ein geeigneter Wert für k_3. Die Durchschnittsleistung wird experimentell für jeden Ofen bestimmt, so dass das Lebensmittel nicht anbrennen wird. Im Falle des Talent-Ofens haben Experimente ergeben, dass die Durchschnittsleistung unterhalb 400 W sein sollte.

[0068] Die Werte der Konstante k_n hängen von dem Gewicht des Lebensmittels, der Leistung der Mikrowellen-Quelle und der Art des Lebensmittels ab. Der Wassergehalt des Lebensmittels ist ein wesentlicher Parameter für k_n. In Bezug auf den Talent-Ofen sind geeignete Werte für k_1 im Bereich von 0,11 bis 0,17 s/g für tierische und pflanzliche Lebensmittel, wenn das Gewicht des Lebensmittels zumindest unterhalb 0,6 kg liegt. Dies stimmt mit einer Zufuhr von zwischen 110 und 170 J pro Gramm Lebensmittel in den Ofen-Hohlraum überein. Experimente haben ergeben, dass geeignete Werte für k2 für den Talent-Ofen im Bereich von 0,09 bis 0,14 s/g für tierische und pflanzliche Lebensmittel liegen, wenn das Gewicht des Lebensmittels zumindest unterhalb 0,6 kg liegt. Dies stimmt mit einer Zufuhr von zwischen 90 und 140 J pro Gramm Lebensmittel in den Ofen-Hohlraum überein. Die angezeigten Werte sind nur Leitwerte. Der Fachmann wird erkennen, dass die Werte der Konstanten experimentell für jeden Typ Ofen und für jede Art von Lebensmittel bestimmt werden sollten.

[0069] Fig. 5 zeigt schematisch einen Querschnitt des Ofens aus Fig. 1 gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zum Bereitstellen einer gleichmäßigen elektrischen Feldverteilung. Der Ofen-Hohlraum ist mit einer Seitenwand **23** versehen, deren oberer Teil sich unter Bildung eines Winkels von etwa 3° zur Vertikalen derart nach innen neigt, dass der horizontale Querschnitt des Ofen-Hohlraums vertikal vom Boden **25** des Ofen-Hohlraums aus abnimmt. Der Hohlraum ist im Wesentlichen rechtwinklig als Parallelepiped ausgestaltet, da der Winkel der geneigten Wand so klein ist. Der vertikale Teil der Seitenwand ist 50 mm hoch. Der Ofen ist mit einer Drehplatte **6** für das Lebensmittel **26** versehen. Die Seite gegenüber der geneigten Seitenwand ist mit zwei Zufuhr-Schlitzen versehen, die unter einer Distanz zueinander platziert sind. Die Mikrowellen-Quelle **3** ist dazu geeignet, Mikrowellen in eine Hohlleiter-Vorrichtung **27** zuzuführen, die integral mit dem Ofen-Hohlraum ausgebildet ist. Die Hohlleiter-Vorrichtung ist durch die Wand **28** und die äußere Wand **29** des Ofen-Hohlraums definiert. Der Hohlleiter ist dazu geeignet, für Mikrowellen bei 2,45 GHz mitzuschwingen. Die Figur zeigt ebenso ein Wiegeelement **30**, das zwischen der Drehplatte und der Boden des Ofen-Hohlraums angeordnet ist.

[0070] Der Fachmann wird erkennen, dass viele Varianten der beschriebenen Ausführungsformen innerhalb des Schutzbereichs der Erfindung möglich sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Auftauen gefrorener Lebensmittel in einem Mikrowellenofen (**1**), der eine Mikrowellen-Quelle (**3**), einen Ofen-Hohlraum (**2**) sowie eine Steuerungseinheit (**5**) umfasst, wobei das Verfahren die

Schritte des Bereitstellens der Steuerungseinheit (**5**) mit einem Eingabesignal, das Informationen über das Gewicht des Lebensmittels zur Steuerung des Auftauens enthält, umfasst;
wobei die Steuerungseinheit bewirkt, dass die Mikrowellen-Quelle Mirkowellen zuführt, die eine durchschnittliche Leistung von mehr als 400 W, vorzugsweise mehr als 600 W und vorteilhafterweise mehr als 800 W aufweist, in den Ofen-Hohlraum (**2**) während eines ersten Zeitintervalls (**9**, **13**), während dem die gesamte Mikrowellenenergie, die zum Ofen-Hohlraum zugeführt wird, 50 J pro Gramm Lebensmittel übersteigt, vorzugsweise 80 J pro Gramm Lebensmittel und vorteilhafterweise 120 J pro Gramm Lebensmittel übersteigt;
die Steuerungseinheit bewirkt, dass die Mikrowellen-Quelle während einer Warteperiode nach dem ersten Zeitintervall abgeschaltet ist; und
die Steuerungseinheit bewirkt, dass die Mikrowellen-Quelle in den Ofen-Hohlraum während eines zweiten Zeitintervalls (**12**, **16**), während dem die gesamte Mikrowellen-Energie, die zum Ofen-Hohlraum zugeführt wird, 40 J pro Gramm Lebensmittel, vorzugsweise 60 J pro Gramm Lebensmittel und vorteilhafterweise 90 J pro Gramm Lebensmittel übersteigt, Mikrowellen zuführt, die eine Durchschnittsleistung von mehr als 400 W, vorzugsweise mehr als 600 W und vorteilhafterweise mehr als 800 W aufweisen.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Tatsache, dass das Gewicht des Lebensmittels in einem Bereich von einem niedrigen Gewicht, das 0,1 bis 0,2 kg beträgt, bis zu einem Grenzgewicht, das 0,4 bis 0,6 kg beträgt, liegt.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem das Gewicht des Lebensmittels ein Grenzgewicht im Bereich von 0,4 bis 0,6 kg übersteigt, gekennzeichnet durch die zusätzlichen Schritte, dass
der Mikrowellenofen ein Drehsignal am Ende des ersten Zeitintervalls ausgibt, das anzeigt, dass das Lebensmittel umgedreht werden sollte; und
die Kontrolleinheit während der Warteperiode detektiert, ob das Lebensmittel umgedreht wurde.

4. Verfahren gemäß Anspruch 3, gekennzeichnet durch den zusätzlichen Schritt, dass die Mikrowellen-Quelle (**3**) Mikrowellen in den Ofen-Hohlraum (**2**) während des zweiten Zeitintervalls abhängig davon, ob das Lebensmittel umgedreht wurde, zuführt.

5. Verfahren gemäß Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Zeitintervall bei einem Zeitpunkt beginnt, wenn eine der nachfolgenden Bedingungen eintritt:
die Zeit von der Emission des Umdrehsignals ist länger als eine vorab bestimmte Warteperiode, oder
die Steuerungseinheit empfängt ein Signal, das anzeigt, dass das Lebensmittel umgedreht wurde.

6. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Zeitintervall länger als das zweite Zeitintervall ist.

7. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Zuführen von kontinuierlicher und vorzugsweise maximaler Mikrowellenenergie in den Ofen-Hohlraum während der ersten und zweiten Zeitintervalle.

8. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Schritte des Versorgens der Steuerungseinheit (**5**) mit einem Eingabesignal, das Informationen über den Typ des Lebensmittels enthält; und
wobei die Steuerungseinheit ebenso die Länge des ersten und zweiten Zeitintervalls abhängig von dem Typ des Lebensmittels steuert.

9. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch das Rotieren des Lebensmittels, wenn Mikrowellenenergie von der Mikrowellen-Quelle zugeführt wird.

10. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Lebensmittel tierisch ist;
dass die gesamte Mikrowellenenergie, die während des ersten Zeitintervalls (**9**, **13**) zugeführt wird, 110 bis 160 J/g des Lebensmittels und vorzugsweise 120 bis 150 J/g des Lebensmittels beträgt; und
dass die gesamte Mikrowellenenergie, die während des zweiten Zeitintervalls (**12**, **16**) zugeführt wird, 90 bis 130 J/g des Lebensmittels und vorzugsweise 100 bis 120 J/g des Lebensmittels beträgt.

11. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Lebensmittel tierisch ist;
dass die während des ersten Zeitintervalls (**17**) zugeführte gesamte Mikrowellenenergie 110 bis 190 J/g des Lebensmittels und vorzugsweise 120 bis 180 J/g des Lebensmittels beträgt; und
dass die während des zweiten Zeitintervalls (**20**) zugeführte gesamte Mikrowellenenergie 40 bis 80 J/g des Le-

bensmittels und vorzugsweise 50 bis 70 J/g des Lebensmittels beträgt.

12. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Lebensmittel pflanzlich ist;
dass die während des ersten Zeitintervalls (**9**, **13**) zugeführte gesamte Mikrowellenenergie 140 bis 170 J/g des Lebensmittels und vorzugsweise 150 bis 160 J/g des Lebensmittels beträgt; und
dass die während des zweiten Zeitintervalls (**12**, **16**) zugeführte gesamte Mikrowellenenergie 110 bis 140 J/g des Lebensmittels und vorzugsweise 120 bis 130 J/g des Lebensmittels beträgt.

13. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Lebensmittel pflanzlich ist;
dass die während des ersten Zeitintervalls (**9**, **13**) zugeführte gesamte Mikrowellenenergie 160 bis 240 J/g des Lebensmittels und vorzugsweise 180 bis 220 J/g des Lebensmittels beträgt; und
dass die während des zweiten Zeitintervalls (**12**, **16**) zugeführte gesamte Mikrowellenenergie 50 bis 90 J/g des Lebensmittels und vorzugsweise 60 bis 80 J/g des Lebensmittels beträgt.

14. Mikrowellenofen zum Auftauen von Lebensmitteln, wobei der Mikrowellenofen (**1**) umfasst:
eine Mikrowellen-Quelle (**3**) zur Erzeugung von Mikrowellen,
einen Ofen-Hohlraum (**2**),
Eingabe-Elemente (**4**) für ein Eingabesignal, das Informationen über das Lebensmittel enthält,
eine Steuerungseinheit (**5**) zur Steuerung der Mikrowellen-Quelle, wobei die Steuerungseinheit mit dem Eingabe-Element verbunden ist und der Mikrowellenofen dadurch gekennzeichnet ist, dass die Steuerungseinheit Elemente
zum Berechnen der Längen der ersten und zweiten Zeitintervalle auf Basis des Eingabesignals umfasst;
um zu bewirken, dass die Mikrowellen-Quelle Mikrowellen in den Ofen-Hohlraum während des ersten Zeitintervalls (**9**, **13**, **17**) bei einer durchschnittlichen Leistung von mehr als 400 W, vorzugsweise mehr als 600 W und vorteilhafterweise mehr als 800 W und mit einer gesamten Energie, die 50 J/g des Lebensmittels, vorzugsweise 80 J/g des Lebensmittels und vorteilhafterweise 120 J/g des Lebensmittels übersteigt, zuführt;
um zu bewirken, dass die Mikrowellenquelle während einer Warteperiode abgeschaltet ist; und
um zu bewirken, dass die Mirkowellenquelle Mikrowellen in den Ofen-Hohlraum während des zweiten Zeitintervalls (**12**, **16**, **20**) bei einer Durchschnittsleistung von mehr als 400 W, vorzugsweise mehr als 600 W und vorteilhafterweise mehr als 800 W sowie mit einer Gesamtenergie, die 40 J/g des Lebensmittels, vorzugsweise 60 J/g des Lebensmittels und vorteilhafterweise 90 J/g des Lebensmittels übersteigt, zuführt, umfasst.

15. Mikrowellenofen gemäß Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrowellenofen Elemente
zum Emittieren eines Umdrehsignals am Ende des ersten Zeitintervalls, das Informationen enthält, die anzeigen, dass das Lebensmittel umgedreht werden sollte, emittiert; und
zum Detektieren, ob das Lebensmittel während der Warteperiode umgedreht wurde, umfasst.

16. Mikrowellenofen gemäß Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Eingabeelement mit einer Erfassung für das Gewicht des Lebensmittels und einer Erfassungshöhe den Typ des Lebensmittels versehen ist.

17. Mikrowellenofen gemäß Anspruch 14, 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass er ebenso eine Drehplatte zum Rotieren des Lebensmittels in der Ladezone umfasst.

18. Mikrowellenofen gemäß Anspruch 14, 15, 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinheit Mittel umfasst, die bewirken, dass die Mikrowellenquelle Mikrowellenenergie in den Ofen-Hohlraum während der ersten und zweiten Zeitintervalle nur dann zuführt, wenn das Gewicht des Lebensmittels in einem Bereich von einem niedrigen Gewicht, das 0,1 bis 0,2 kg beträgt, bis zu einem Grenzgewicht, das 0,4 bis 0,6 kg beträgt, zuführt.

19. Mikrowellenofen gemäß Anspruch 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinheit Mittel umfasst, die bewirken, dass die Mikrowellenquelle Mikrowellen in den Ofen-Hohlraum während eines dritten Zeitintervalls (**22**) nach einer zweiten Warteperiode zuführt, wenn das Gewicht des Lebensmittels ein Grenzgewicht im Bereich von 0,4 bis 0,6 kg übersteigt.

20. Mikrowellenofen gemäß den Ansprüchen 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass dann, wenn das Gewicht des Lebensmittels in einem Bereich von einem niedrigen Gewicht, das 0,1 bis 0,2 kg beträgt, bis zu einem Grenzgewicht, das 0,4 bis 0,6 kg beträgt, der Mikrowellenofen Elemente zum Emittieren einer ausreichenden Menge an Mikrowellenenergie emittiert, um das Lebensmittel in weniger als 1 Minute pro 100 g an

Lebensmittel vom Start des ersten Zeitintervalls im Wesentlichen aufzutauen.

21. Mikrowellenofen gemäß den Ansprüchen 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Ofen-Hohlraum eine nach oben hin sich verkleinernden horizontalen Querschnitt auf seinen Boden-Querschnitt zumindest im oberen Teil des Hohlraums aufweist, so dass eine gleichmäßige Verteilung des elektrischen Felds im Hohlraum erzielt wird.

22. Mikrowellenofen gemäß den Ansprüchen 14 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Ofen-Hohlraum (**2**) eine Seitenwand (**23**) aufweist, die sich zumindest am oberen Teil (**24**) nach innen neigt.

23. Mikrowellenofen gemäß den Ansprüchen 14 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass er mit einer Hohlleiter-Vorrichtung (**27**) zum Zuführen von Mikrowellenenergie von der Mikrowellen-Quelle zum Ofen-Hohlraum durch zumindest zwei Zuführöffnungen (**7**) versehen ist, die in einem Abstand zueinander platziert sind, wobei die Hohlleiter-Vorrichtung so dimensioniert ist, dass sie eine bestimmte Menge an innerer Reflektion zur Verfügung stellt, ein Resonanzzustand in der Hohlleiter-Vorrichtung für die Mikrowellen erreicht wird, die durch die Mikrowellen-Quelle erzeugt wurden, wobei die Hohlleiter-Vorrichtung einen vorab bestimmten Qualitätsfaktor aufweist, der höher als ein Qualitätsfaktor des Ofen-Hohlraums für jeden vorgegebenen Strom ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

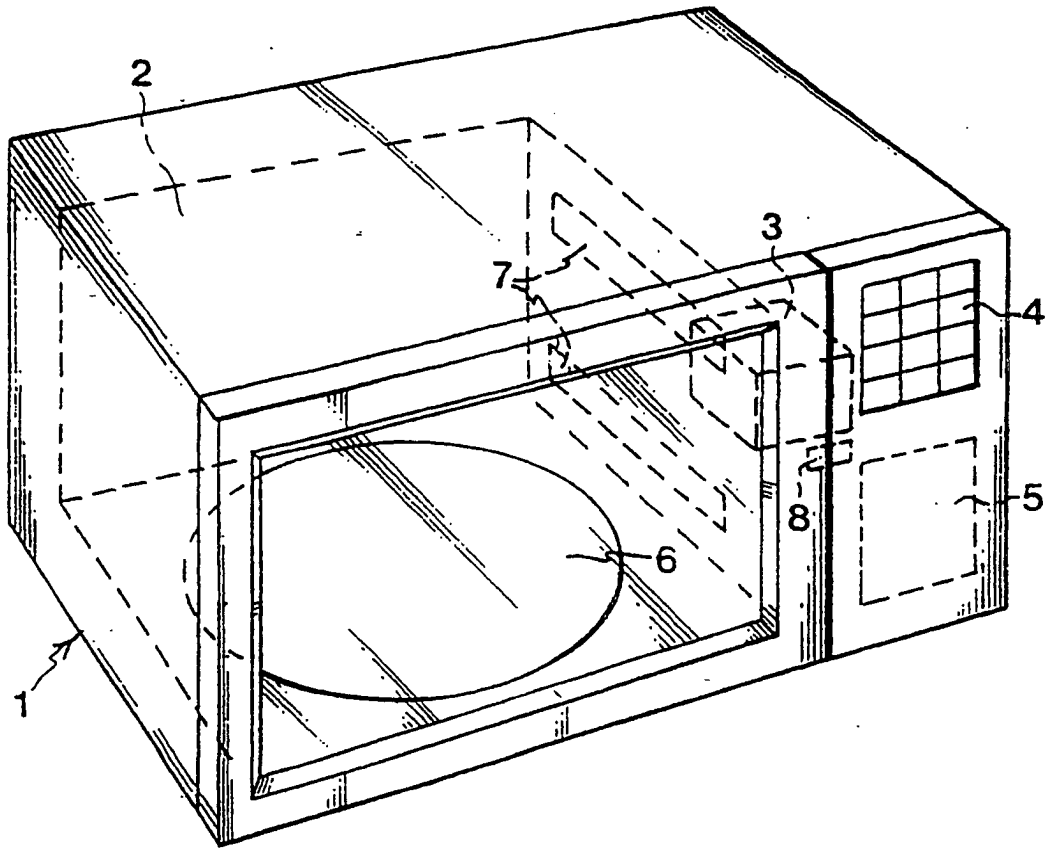


FIG 2

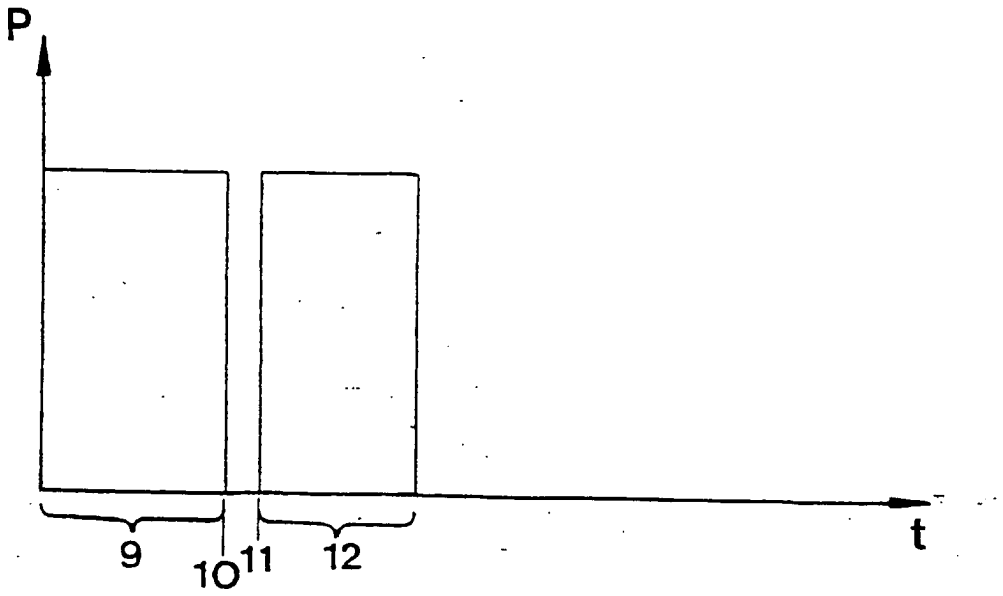


FIG 3

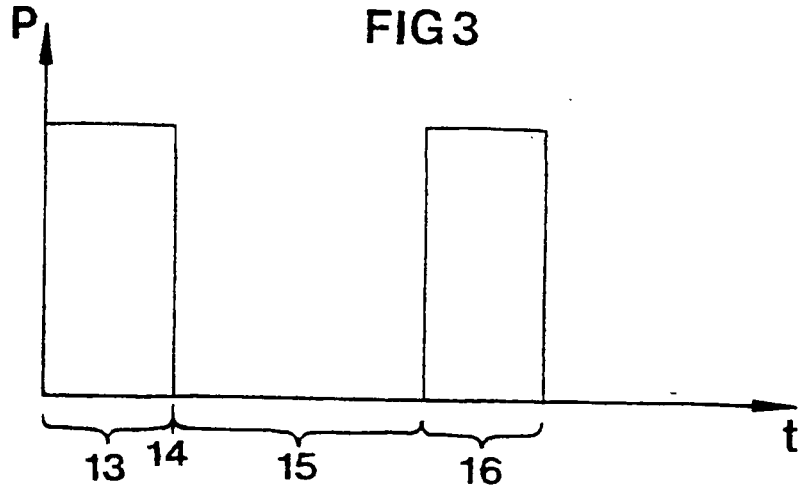


FIG 4

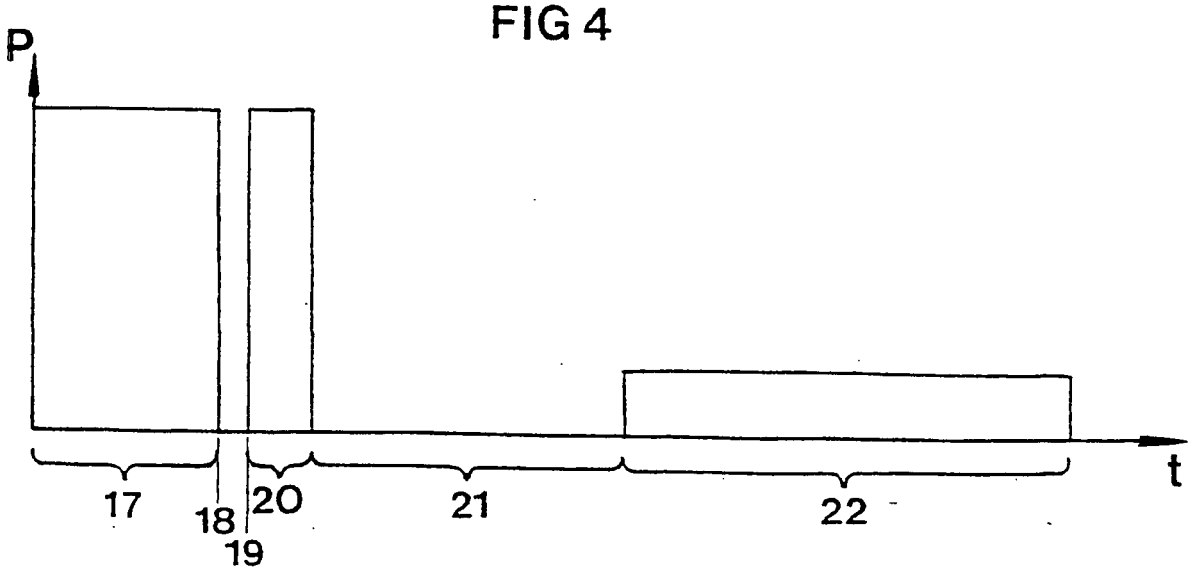


FIG.5

